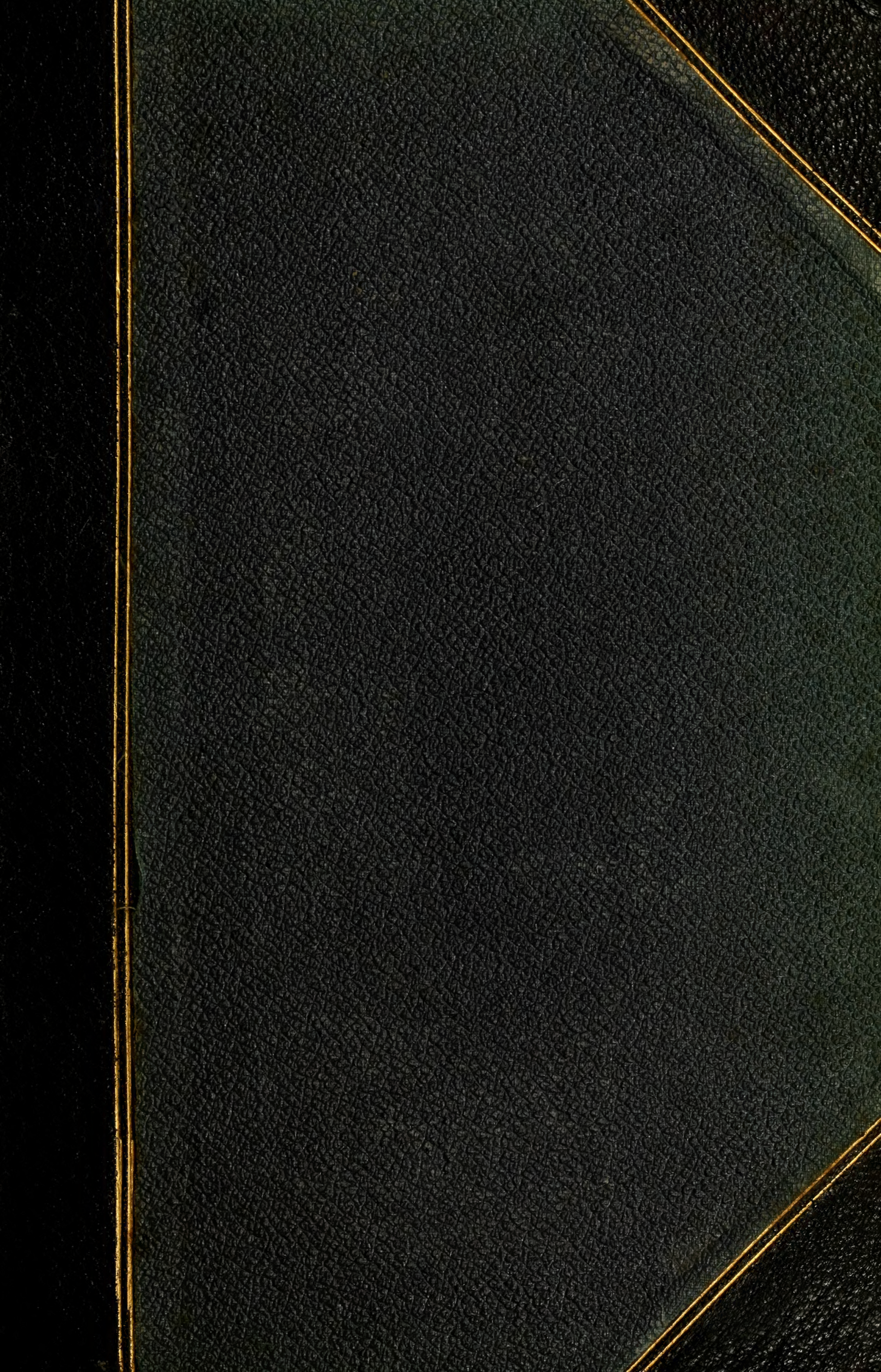
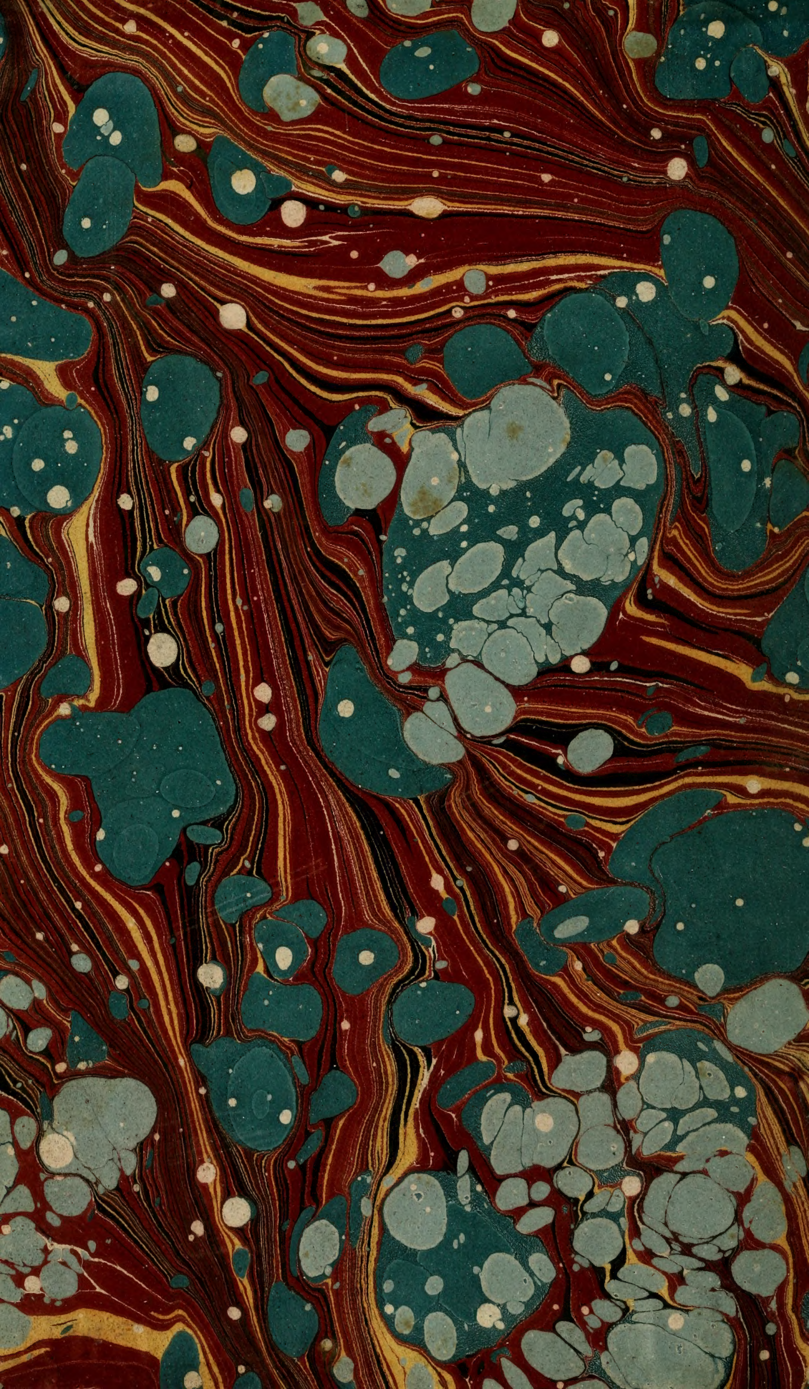
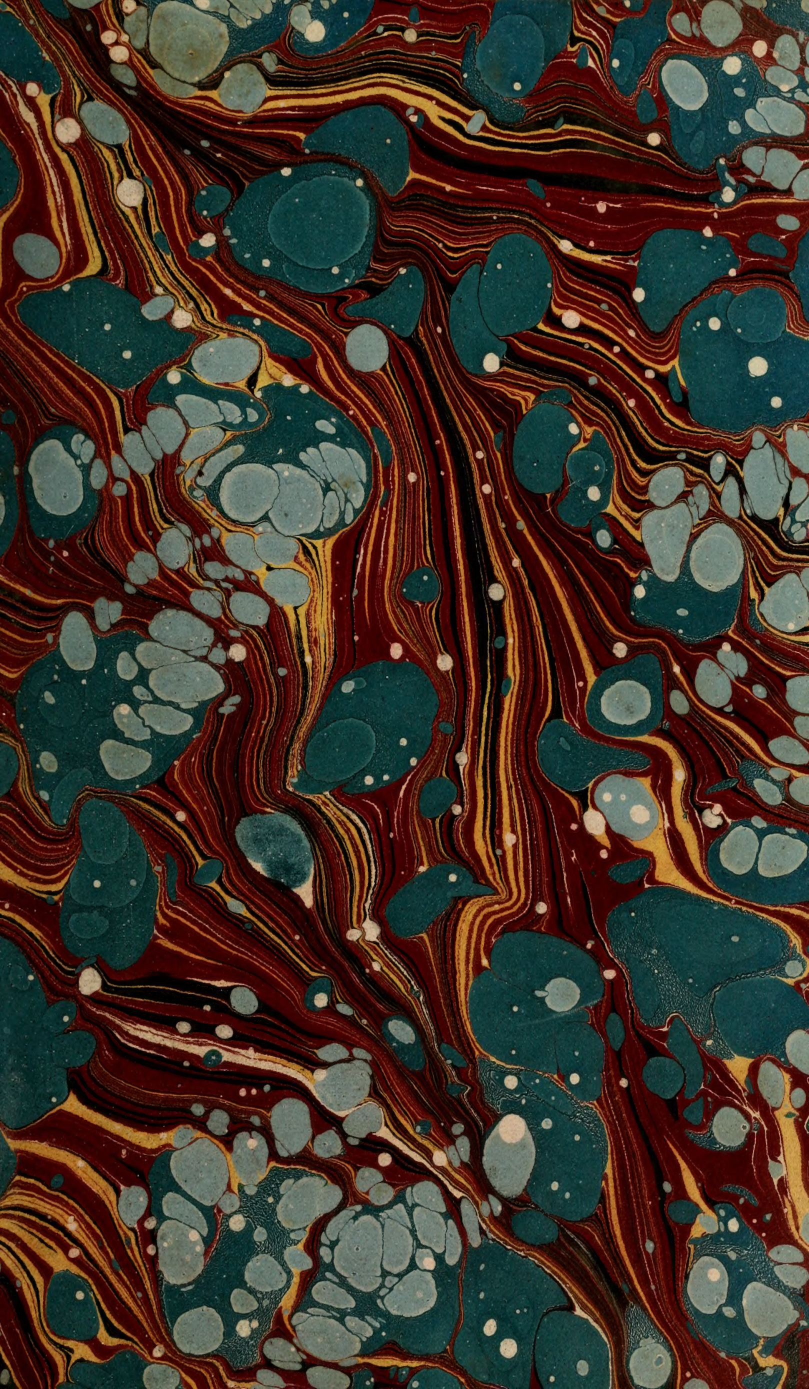
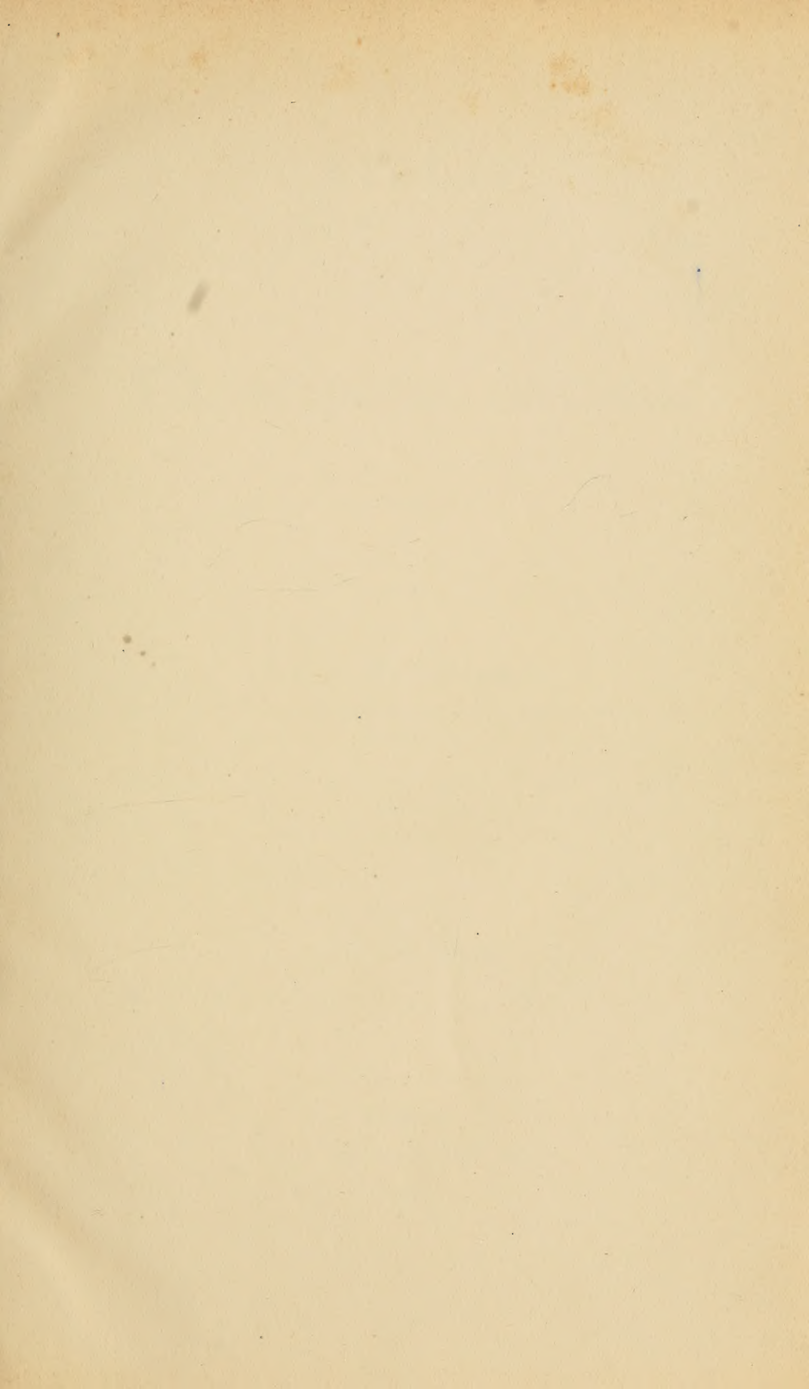












Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Siebenter Band.

Mit 30 Tafeln, 1 Phototypie und 1 Holzschnitt.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1871.

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

Max Schultze,

Siebenter Band.

Bonn,

Inhalt.

Die Flughaut der Fledermäuse, namentlich die Endigung ihrer Nerven.

Von

Dr. Jos. Schöbl
in Prag.

Hierzu Tafel I—V.

Es ist eine von altersher bekannte Thatsache, dass die Fledermäuse in ihrer Flughaut ein überaus feines Tastvermögen besitzen.

Besonders massgebend waren hiefür die bekannten Versuche Spallanzani's mit geblendeten Fledermäusen, welche trotz ihrer Blindheit allen in verschiedenen Richtungen des Versuchslocales ausgespannten Fäden mit der grössten Geschicklichkeit und Sicherheit auswichen.

Ich habe dieses Experiment zu wiederholten Malen auf eine minder grausame Weise ausgeführt, indem ich verschiedenen Fledermäusen, welche ich jahrelang in gezähmtem Zustand in meinem Wohnzimmer hielt, die kleinen Augen vorsichtig mit einem Pflaster verklebte, und gelangte stets zu denselben Resultaten.

Es ist daher nicht zu verwundern, dass man seit jeher in der Flughaut der Chiropteren ein feines Tastvermögen, ja ein eigenes Sinnesorgan vermuthete, ohne jedoch hierüber den exacten anatomischen Nachweis liefern zu können.

Es spricht zwar schon Cuvier von einem ungemeinen Nervenreichthum der Chiropteren-Flughaut, doch aus seiner Schilderung geht, wie bereits Leydig bemerkt hat, mit Sicherheit hervor,

dass er elastische Balken mit Nerven verwechselt hat, was bei dem Umstande, dass bekanntermassen Cuvier in der Handhabung des Mikroskopes nicht eben Meister war, uns nicht Wunder nehmen kann.

In neuerer Zeit wurde die Chiropteren-Flughaut mit Zuhülfenahme unserer modernen optischen Instrumente und aller so weit vorgeschrittener Untersuchungsmethoden zu wiederholten Malen untersucht, und mitunter von Histologen ersten Ranges, ich meine vor allen anderen F. v. Leydig, und dann Krause, doch in Bezug auf Nervenendigungen ohne besondere Erfolge.

Leydig, dem wir die einzigen brauchbaren, dafür aber auch vorzüglichen Daten über die Chiropteren-Flughaut verdanken, äussert sich in Bezug auf den Nervenreichthum derselben sehr restringirend. Krause sagt, dass es ihm trotz der sorgfältigsten Durchmusterung der Flughaut von Vesperugo Noctula nicht gelungen sei, seine Endkolben oder anderweitige terminale Gebilde in derselben aufzufinden.

Im Laufe des verflossenen Jahres habe ich die Chiropterenflughaut zum Untersuchungsobjecte gewählt, hauptsächlich in der Absicht, um in derselben die Endigungen sensitiver Nerven aufzufinden. Die Resultate, die sich mir hierbei ergaben, haben meine Hoffnungen noch weit überflügelt.

Ich habe vorzüglich Vesperugo serotinus zu meinen Untersuchungen benutzt, Anfangs einzig aus dem Grunde, weil er mir zufälliger Weise in hinreichender Quantität zu Gebote stand, später weil ich mich überzeugte, dass er sich unter den Chiropteren, welche ich lebend erlangen konnte, am besten zur Untersuchung der Flughaut eignet. Ausserdem habe ich jedoch nicht unterlassen, andere Arten, deren ich habhaft werden konnte, wie Vesperugo Noctula, Vespertilio murinus, Rhinolophus hipposideros, Plecotus auritus, vergleichend zu untersuchen.

Was die Untersuchungsmethoden anbelangt, so wurde zunächst die ganz frische, bald injicirte, bald nicht injicirte Flughaut, nach freilich äusserst schwieriger theilweiser Entfernung der Oberhaut, in möglichst indifferenten Zusatzflüssigkeiten untersucht.

Dann wurde die Maceration in M. Schultze's Jodserum, oder in einem Gemische von Holzessig-Glycerin und Wasser mit gutem Erfolge angewendet.

Ausserdem wurde verdünnte Essigsäure, Oxalsäure, Essigsäure-Alkoholgemische in den allerverschiedensten Concentrationen und

Mischungsverhältnissen, die Clarke'sche Flüssigkeit, das Moleschot'sche Gemisch, mitunter auch Natronlaugen und anderthalb kohlensaures Kali angewendet, welches letztere manchmal prachtvolle, wenn auch sehr vergängliche Bilder ergab.

Zur Tinktion ! wurde, wo sie überhaupt nothwendig war, zumeist Anilin angewendet, seltener Carmin. Das Chlorgold bewährte sich wenig, trotzdem die Cohnheim'schen Vorschriften aufs gewissenhafteste befolgt wurden. Viel bessere Dienste leistete die Ueberosmiumsäure.

Das zur Untersuchung hauptsächlich verwendete Instrument stammt von Amici und besitzt ein vorzügliches Immersionssystem.

Bevor ich zur Betrachtung der Flughaut übergehe, erfülle ich noch die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Max Schultze für seinen mir freundlich ertheilten Rath, der mich nach vorläufigem Abschluss der Arbeit noch zu weiteren eingehenderen Untersuchungen anregte, meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Sonst bin ich Niemandem zu Dank verpflichtet; ich hatte in der mikroskopischen Anatomie keinen Lehrer, Niemand lehrte mich das Mikroskop handhaben, nirgends fand ich Anregung.

Die Chiropteren-Flughaut erscheint als eine Hautduplikatur, gebildet durch die Verlängerung sowohl der dorsalen als der ventralen Rumpfhaut, Epidermis und Malpighi'sche Schicht beider Häute bleiben getrennt und bekleiden die beiden Oberflächen der Flughaut, die beiderseitigen Lederhäute jedoch sind zu einer einzigen Membran verschmolzen, welche sich in keiner Weise in zwei Lamellen präpariren lässt und nicht die geringste Spur der stattgefundenen Verschmelzung darbietet. In dieser einfachen, zarten, durchsichtigen, aus welligem Bindegewebe mit zahlreichen eingestreuten Bindegewebskörperchen bestehenden Membran eingebettet liegen die elastischen Balken, quergestreifte Muskeln, Blutgefässe, Haarbälge und deren Anhangsdrüsen, Nerven und deren Endigungen.

Oberhaut.

(Tafel V Fig. 1 und 2.)

Die Oberhaut besteht aus einer einfachen Lage schöner hexagonaler Plättchen, welche an ihren verdünnten Rändern zu einer continuirlichen feinen Membran verschmolzen sind.

Im natürlichen Zustande erscheint diese Membran vielfach und zierlich, sowohl der Länge als der Quere nach, gefaltet und gefäl-

telt, wodurch die ganze Flughautoberfläche in unregelmässige, drei-, vier- und vieleckige Felder abgetheilt erscheint. Jedes dieser Felder enthält drei bis acht Oberhautplättchen.

Von den Hauptfaltenzügen, welche diese Felder begrenzen, gehen feinere sekundäre Fältchen in das Innere derselben, welche sich zwischen die einzelnen Plättchen fortsetzen, so dass die einzelnen Plättchen stets nun durch diese feinen Fältchen aneinanderstossen, wodurch in den obengenannten Feldern secundäre Felderchen entstehen, welche nicht die reguläre hexagonale Gestalt der Oberhautplättchen besitzen, sondern mehr oder weniger abgerundet drei- oder viereckig erscheinen. Jedes dieser secundären Feldchen entspricht jedoch ziemlich genau je einem Oberhautplättchen, was schon aus der Vertheilung der Pigmentkörnchen ersichtlich ist.

Die eigentliche Gestalt der Oberhautplättchen bekommt man im natürlichen Zustande durch einfaches Abziehen der Epidermis gar nicht zu Gesichte. Wendet man jedoch Alkalien an und übt dann einen sehr mässigen Druck auf das Deckgläschen aus, so verschwinden die Falten und die ganze Oberhaut erscheint aus sehr regelmässigen sechsseitigen Plättchen zusammengesetzt.

Jedes Oberhautplättchen enthält braungelbe glänzende Pigmentkörner, welche in einer intramarginalen Zone angehäuft sind, so dass das Centrum und die Ränder des Plättchen von ihnen frei bleiben.

Die Plättchen der äusseren (dorsalen) Flughautoberfläche enthalten viel zahlreichere und dunklere Pigmentkörner als die der inneren (ventralen).

Die Durchmesser der Epidermisplättchen beträgt 0,0222 Mm.

Das Stratum Malpighii.

(Tafel V Fig. 3 und 4.)

Die Malpighi'sche Schicht besteht aus zwei einfachen Lagen dichtgedrängter, aber isolirter Zellen. Die äussere oberflächliche Lage, welche beim Abziehen der Epidermis gewöhnlich an derselben haften bleibt, enthält überaus viel und dunkles Pigment. Die innere und tiefere Lage dagegen, welche bei Entfernung der Oberhaut wenigstens theilweise an der Cutis haften bleibt, namentlich längs der feinen Gefässe und Capillaren, ist pigmentlos dem Mundepithel ähnlich.

Die Zellen der äussern Lage der äussern (dorsalen) Flughautoberfläche (Fig. 3) sind sehr polymorph, besitzen eine bald dreieckige, bald viereckige, bald polygonale, bald längliche Gestalt. Ebenso variabel wie ihre Gestalt ist auch ihre Grösse; sie schwankt zwischen 0,0074 Mm. und 0,0148 Mm. Ohne mit einander verschmolzen zu sein, stossen sie mit ihren Rändern dicht aneinander und bilden so eine continuirliche einfache Zellschichte.

Sie enthalten viel dunkles braunschwarzes Pigment, welches nahezu die ganze Zelle erfüllt; nur der äusserste Rand und eine schmale Zone um den colossalen Zellkern erscheint etwas blasser.

Die grossen Zellkerne, welche nahezu die Hälfte des Durchmessers, ja bei den kleineren Zellen noch mehr betragen, enthalten ungewöhnlicher Weise gleichfalls viel dunkles braunschwarzes Pigment, wie es bereits von Leydig angegeben wurde. (Ueber die äusseren Bedeckungen der Säugethiere in Reichert's und Du Bois' Archiv J. 1859 S. 677.)

Die entsprechenden Zellen der inneren (ventralen) Flughautoberfläche (Fig. 4) sind weniger polymorph, mehr rundlich elliptisch von Gestalt und variiren auch in Bezug auf ihre Grösse nur unbedeutend. Sie beträgt 0,0070—0,0078 Mm.

Sie stossen gleichfalls dicht aneinander und bilden eine continuirliche Schicht, enthalten jedoch selbst sowie ihre grossen Kerne nur wenig und blasses Pigment.

Die unteren tiefer liegenden Malpighi'schen Zellen sind an beiden Flughautoberflächen einander gleich, meist rundlich oval von Gestalt, pigmentlos und gleichen ganz und gar einem rundlichen Pflasterepithel, wie es etwa in der Mundhöhle vorkommt. Sie bilden keine so continuirliche Schicht wie die vorigen und bleiben meist zu beiden Seiten der Capillaren und feinen Stämmchen an der Cutis haften (Tafel II).

Die Lederhaut.

Das Stroma der Flughaut besteht, wie bereits erwähnt, aus welligem Bindegewebe mit zahlreichen Bindegewebkörperchen. In der mittelsten Schicht der Flughaut, welche dem Unterhaut-Bindegewebe der beiden Häute, aus deren Verschmelzung die Flughaut entsteht, entspricht, ist das Gewebe etwas lockerer. In der Flankenflughaut, und hier wieder im inneren Dritttheil derselben, sowie in der Schwanzflughaut hat das Stroma die grösste Stärke, in den äussern

Parthien der Flankenflughaut, und dann in den Einzelflughäuten nimmt sie gegen die Spitze zu gradatim ab.

Im inneren Drittheile der Flankenflughaut liegen, im Stroma derselben an beiden Oberflächen colossale sternförmige Pigmentzellen (Tafel V Fig. 5) im Durchmesser von 0,185 eingebettet, und umspannen auch grosse Nervenstämme (Tafel III). Im Stroma eingebettet liegen alle folgenden Gebilde.

Elastische Balken.

(Tafel I, II und V.)

Die Anhäufung elastischer Fasern zu mächtigen Strängen oder Balken, welche ein äusserst complicirtes Netzwerk in der Chiropteren-Flughaut bilden, wurde zuerst von Leydig (a. a. O.) angegeben.

Die einzelnen Balken erscheinen auf ihrem Querschnitt querelliptisch ungefähr zweimal so breit als hoch (Tafel V Fig. 6), ihre Breite schwankt zwischen 0,0249 Mm. und 0,2905 Mm.; die Höhe beträgt jedesmal die Hälfte.

Die die Balken zusammensetzenden elastischen Fasern besitzen eine nahezu unmessbare Feinheit. Wo je zwei oder mehrere Balken miteinander zusammenstossen und anastomosiren, bilden sie durch gegenseitigen Austausch von Fasern ein dichtes, filzartiges Gewebe.

Längs ihres ganzen Verlaufes geben die elastischen Balken zahllose Fasern von unmessbarer Feinheit in das Gefüge der Flughaut ab, die sich auf weite Strecken hin verfolgen lassen. Trotz dieser Faserabgabe bleibt jeder einzelne Balken längs seines ganzen Verlaufes gleich stark; nur an seinen beiden Enden, wo er mit anderen anastomosirt, erscheint er breiter, dafür aber auch flacher.

In den einzelnen Flughautabtheilungen verlaufen die elastischen Balken (Tafel I) in folgender Weise:

1. In der Flankenflughaut (demjenigen Theile der Flughaut, der zwischen der Flanke, dem Ober- und Unterarm, dem kleinen Finger und dem Ober- und Unterschenkel ausgespannt ist), befindet sich

a) ein System von Balken, welche nur sparsam Anastomosen oder Gabeltheilungen bildend, vom Ober- und Unterschenkel zum Oberarm untereinander und zur Längsaxe des Körpers nahezn parallel und durch beinahe gleiche Abstände von einander

getrennt sind. Sie werden insgesammt von später zu beschreibenden Muskelbündeln begleitet.

b) Ein zweites Balkensystem, welches gleichfalls wenigstens in der untersten Partie wenig Anastomosen oder Gabeltheilungen bildet, verläuft von der Fusswurzel bogig zum freien Flankenflughautrande nahezu parallel zur dritten Phalanx des kleinen Fingers.

c) Ein drittes Balkensystem, welches gegen seine Anheftungspunkte zu zahlreiche Gabeltheilungen und in der Mitte seines Verlaufes ziemlich zahlreiche Anastomosen bildet, verläuft in diagonaler Richtung von innen und oben nach aussen und unten, vom Vorderarm zum Mittelhandknochen und den Phalangen des kleinen Fingers.

d) Ein viertes Balkensystem endlich, welches von allen drei vorhergehenden Zweigen und Anastomosen ausserdem einige selbstständige Balken aus der Gegend des Ellenbogengelenkes erhält, bildet ungefähr in der Mitte der Flankenflughaut ein ziemlich engmaschiges complicirtes Netz, welches gleichsam den Knotenpunkt des Balkensystems der ganzen Flankenflughaut darstellt.

2. In der ersten Fingerflughaut (zwischen dem kleinen Finger und Ringfinger) verlaufen die elastischen Balken anfangs einfach dem freien Flughautrande parallel; weiter nach oben stark bogig geschwungen, Anastomosen und gegen die Anheftungspunkte zu zahlreiche Gabeltheilungen bildend, vom Mittelhandknochen und den Phalangen des kleinen Fingers zu denselben Theilen des Ringfingers.

3. In der zweiten Fingerflughaut (zwischen Ringfinger und Mittelfinger) ist der Verlauf der elastischen Balken ein ganz analoger wie in der vorigen Flughautabtheilung.

4. In der dritten Fingerflughaut, zwischen Mittelfinger und Zeigefinger, verlaufen die sparsamen elastischen Balken ganz ähnlich wie früher.

5. In der Schwanzflughaut (welche zwischen Oberschenkel, Unterschenkel und Schwanz ausgespannt ist), verlaufen die elastischen Balken transversal untereinander und zum freien Flughautrande parallel, gegen die Anheftungspunkte zu sparsame Bifurkationen bildend vom Unterschenkel bis zum Schwanze. Sie werden sämmtlich von Muskelbündeln begleitet und fehlen im oberen Drittheile des betreffenden Flughautabschnittes gänzlich.

6. In der Ober-Vorarmflughaut befindet sich ein starker elastischer Balken am freien Flughautrande, welcher dem dort verlaufenden Muskel als Sehne dient. Alle übrigen elastischen Balken dieses Flughautabschnittes nehmen von diesem eben erwähnten Balken ihren Ursprung, verlaufen, zahlreiche Anastomosen und Bifurkationen bildend, schief nach vorne und abwärts, sowie nach hinten und abwärts, um sich am Ober- und Vorderarme zu inseriren.

Schliesslich sei von den elastischen Balken der Chiropterenflughaut erwähnt, dass sie bei den Muskeln der Flughaut, welche nicht während ihres ganzen Verlaufes muskulös bleiben, die Stelle der Sehnen vertreten.

Quergestreifte Muskeln.

(Tafel I.)

Die Existenz quergestreifter Muskeln in der Chiropterenflughaut wurde bereits von Leydig (a. a. O.) constatirt, genauere Angaben jedoch über ihre Anzahl, ihren Verlauf und ihre Vertheilung auf die einzelnen Flughautabtheilungen sind mir nicht bekannt.

In der Flankenhaut befinden sich folgende Muskeln:

1. Zwei mächtige bauchig angeschwollene Muskeln fallen schon bei unversehrter Flughaut ins Auge und konnten somit der oberflächlichsten Untersuchung nicht entgehen. Sie haben einen gemeinsamen Ursprung zwischen dem M. pectoralis major und M. serratus anticus major als elastische Balken (welche überhaupt bei den Flughautmuskeln, wo sie vorkommen, die Stelle der Sehnen vertreten), werden dann muskulös, schwellen bauchig an und enden abermals als elastische Balken.

Der erste Muskel verläuft von seinem Ursprung aus der Achselhöhle nach aussen und unten gegen das Centrum der Flankenflughaut. Er entspringt, wie bereits erwähnt, als elastischer Balken, wird jedoch gleich nach seinem Austritte aus der Achselhöhle muskulös, wird vom ersten Hauptgefäss und Nervenstamm der Flankenflughaut begleitet, und übergeht endlich in einen starken elastischen Balken, welcher nach geschehener Bifurkation gegen die Mitte des freien Flankenflughautrandes zustrebt, die mit diesem parallel verlaufenden elastischen Balken unter nahezu rechten Winkeln kreuzend und sich mit ihnen verwebend. Bei seiner Zusammenziehung nähert er den freien Flankenflughautrand namentlich dessen

Mitte gegen die Achselgegend und faltet zugleich mit anderen später zu beschreibenden Muskeln die mittlere Partie der Flankenflughaut in querer Richtung.

Der zweite Muskel entspringt in derselben Gegend gleichfalls als elastischer Balken, begleitet aber in dieser Form den Oberarm bis zu seinem unteren Drittheil, wird hier erst muskulös, schwillt bauchig an, verlässt in der Achselgegend den Oberarm und verläuft in der Flankenflughaut nach aussen und unten mit dem früher beschriebenen Muskel einen spitzigen Winkel bedeutend. Er begleitet den zweiten Hauptgefäss- und Nervenstamm, der in Flankenflughaut eindringt, und übergeht schon nach kurzem Verlaufe wieder in einen mächtigen elastischen Balken, welcher seinerseits durch wiederholte Gabeltheilungen Aeste abgebend und mit benachbarten Balken sich verbindend sich an den Phalangen des kleinen Fingers inserirt. Bei seiner Zusammenziehung nähert er den kleinen Finger und mit ihm sämmtliche Fingerflughäute gegen die Achsel, und faltet die äussere Flankenflughautparthie in diagonaler Richtung, senkrecht zu seinem eigenen Verlauf.

Kolenati (Beiträge zur Naturgeschichte der europäischen Chiropteren. Allg. deutsche nat. Zeitung 1857) hat diese beiden Muskeln in höchst ungenauer und unrichtiger Weise beschrieben und noch ungenauer abgebildet. Er hielt beide zusammen für einen einzigen Muskel und nannte ihn Corrugator plagiopatagii.

2. Vier bis fünf Muskeln entspringen aus der Flankengegend des Rumpfes, sind durch nahezu gleiche Distanzen von einander getrennt und verlaufen wenigstens anfangs zu einander parallel, senkrecht auf die Längsachse des Körpers, biegen dann bogig nach abwärts und enden sich verschmächtigend und zahlreiche Gabeltheilungen bildend am inneren Drittheil des freien Flankenflughautrandes zwischen den Bündeln des dort verlaufenden Muskels.

Die beiden obersten dieser Muskeln pflegen, bevor sie am Ende ihres Verlaufes Gabeltheilungen bilden, mit einander zu verschmelzen. Jeder dieser Muskeln enthält 20—30 Primitivbündel. Bei ihrer Zusammenziehung nähern diese Muskeln das innere Drittheil des Flankenflughautrandes gegen die Flankengegend und legen gleichzeitig den innersten Abschnitt der Flankenflughaut, welcher zwischen Fuss und Oberarm ausgespannt ist, in longitudinale zur Längsaxe des Körpers paralelle Falten.

3. Drei ziemlich mächtige Muskeln verlaufen ungefähr in der

Mitte der Flankenflughaut, durch gleiche Abstände von einander getrennt, untereinander und nahezu auch zur Längsachse des Körpers parallel, und enden einerseits am freien Flankenflughautrande, Gabeltheilungen bildend, während sie andererseits nach aufwärts in elastische Balken übergeben, welche sich ihrerseits wieder, nachdem sie sich wiederholt mit benachbarten Balken verbunden haben, am Vorderarmknochen in der Nähe der Achselgegend befestigen. Sämmtliche drei Muskeln werden von starken Blutgefäss- und Nervenstämmen begleitet. Jeder derselben enthält 40 — 50 Primitivbündel. Bei ihrer Zusammenziehung nähern sie den mittleren Theil des Flankenflughautrandes gegen die Axillargegend und falten zugleich die mittlere Parthie der Flankenflughaut in transversaler Richtung.

4. Ein starker Muskel verläuft von der Fusswurzel zur Längsachse des Körpers parallel senkrecht nach aufwärts gegen das Ellenbogengelenk und geht nach oben zu in einen elastischen Balken über. Bei seiner Wirkung nähert er die Fusswurzel der Axillargegend, ausserdem dient er zahlreichen feinen Muskelbündeln, die wir später beschreiben werden, zum Ursprung.

5. 12 bis 15 Muskeln, welche man ihres gleichen Verlaufes und ihrer gleichen Wirkung halber auch wohl als einen einzigen in eben so viele isolirte Bündel zerfallenen Muskel auffassen kann, verlaufen vom Ober- und Unterschenkel zum Oberarm untereinander und zur Längsachse des Körpers parallel, durch nahezu gleiche Abstände von einander getrennt, und von elastischen Balken gleichen Verlaufes begleitet.

Jeder Muskel oder beziehungsweise jedes Muskelbündel enthält 25—30 Muskelprimitivbündel und bewirken bei ihrer Contraction eine Querfaltung der betreffenden Flankenflughautparthie, in der sie verlaufen.

6. Ein System feinster isolirter Muskelbündel, welches man wohl zusammen als einen prachtvollen fächerförmig ausgebreiteten Muskel auffassen kann, entspringt von der Fusswurzel aus längs des hier entspringenden starken, sub 4 beschriebenen, gegen das Ellenbogengelenk verlaufenden Muskels. Die einzelnen Muskelbündel verlaufen bogigfächerförmig nach aussen und oben, anfangs divergirend und zahlreiche Gabeltheilungen bildend, später durch nahezu gleiche Abstände von einander getrennt und zueinander parallel, und endigen am Mittelhandknochen und den Phalangen des kleinen

Fingers. Die Zahl der Bündel beträgt 80—120, und jedes einzelne besteht aus 2 bis 8 Muskelprimitivbündeln.

Sie bewirken eine Fältelung der äusseren zwei Dritttheile der Flankenflughaut in diagonaler Richtung von innen und oben nach aussen und unten.

7. Ein sehr starker Muskel, an seinen Rändern nach oben und unten von zwei ziemlich starken in seinem Innern von noch zwei schwachen elastischen Balken begleitet, verläuft längs des freien Flankenflughautrandes, entspringt an der Fusswurzel, übergeht im äusseren Dritttheil des Flughautrandes in einen mächtigen elastischen Balken, welcher sich an der letzten Phalanx des kleinen Fingers befestigt. Dieser Muskel verkürzt den freien Flankenflughautrand und nähert dadurch die Spitze des kleinen Fingers der Fusswurzel.

In der Schenkel-Schwanzflughaut verlaufen 15 bis 18 Muskeln, die, wenn man will, auch einen einzigen in isolirte Bündel zerfallenen Muskel darstellen können. Alle verlaufen transversal zum freien Rande des betreffenden Flughautabschnittes mehr oder weniger parallel. Die untersten oberhalb der Fusswurzel entspringenden Bündel bilden meist gleich nach ihrem Ursprung eine Gabeltheilung in zwei Bündel, laufen anfangs bogig nach abwärts, später transversal. Sämmtliche Bündel entspringen vom Unterschenkel und verlaufen zum Schwanze.

Bei ihrer Contraction legen diese Muskeln die Schwanzflughaut in longitudinale mit der Längsachse des Körpers parallele Falten.

Längs des freien Randes der Schenkelschwanzflughaut verläuft ein sehr starker von schwachen elastischen Balken begleiteter Muskel, welcher vom Fersensporne beginnt, und sich am Schwanze vor der Spitze desselben inserirt.

Er verkürzt den Flughautrand, und unterstützt die übrigen Muskeln dieses Flughautabschnittes in ihrer Wirkung.

In der Ober-Vorarmflughaut verläuft ein einziger Muskel am freien Rande derselben. Er entspringt am Hinterhaupte, geht im oberen Dritttheile des Randes in einen breiten elastischen Balken über, wird dann abermals muskulös, geht im unteren Dritttheile des betreffenden Flughautrandes zum zweitenmale in einen elastischen Balken über und befestigt sich an der Randwurzel am Grunde des Daumens. Er erhält die Vorarmflughaut ausgespannt und spannt bei seiner Contraction die drei Fingerflughäute.

In den sämmtlichen Fingerflughäuten befindet sich keine Spur von Muskeln.

Blutgefässe.

(Tafel I.)

Von den Blutgefässen sämmtlicher Flughautabtheilungen lässt sich im Allgemeinen Folgendes berichten: Die starken Blutgefässstämme der Flughaut sind einfach und liegen in der mittelsten Schicht des Flughautstromas. Die feineren Stämmchen nähern sich mehr den beiden Flughautoberflächen und die Capillargefässe endlich sind unmittelbar unter der Malpighi'schen Schicht gelagert, sowohl an der vorderen als an der hinteren Oberfläche der Flughaut, es sind somit zwei Capillargefässnetze vorhanden, von denen je eines einer Oberfläche entspricht.

Die Arterien werden stets von Venen begleitet und zwar jede Arterie von nur einer Vene. Dies gilt fast ausnahmslos bis zum Uebergang ins Capillarsystem. Die grösseren Gefässstämme werden ausnahmslos, die feineren fast ausnahmslos bis zum Capillarsystem von Nervenstämmen begleitet.

Die grossen Blutgefässe verästeln sich baumförmig, die feineren bilden durch Anastomosen grobe Maschen oder Netze, in denen die noch feineren secundäre Maschen bilden, welche endlich vom Capillargefässnetz ausgefüllt werden.

Die stärkste Arterie der Flughaut ist 0,290 Mm. breit, die ihr entsprechende Vene misst 0,415 Mm., die Stärke der Capillaren beträgt 0,0083 Mm. In die Flankenflughaut treten zunächst zwei sehr starke Arterien, die beiden stärksten der ganzen Flughaut aus der Achselhöhle.

Die erste begleitet den im vorigen Abschnitt unter Nr. 1 beschriebenen Muskel bis ungefähr zum Centrum der Flankenflughaut, spaltet sich hier gabelförmig in zwei Hauptzweige, um fortan sich baumförmig verästelnd und Anastomosen bildend gegen den Flughautrand zu verlaufen. Die zweite Hauptarterie der Flankenflughaut begleitet den sub Nr. 2 beschriebenen Muskel, theilt sich nicht weit unterhalb und hinter der Ellenbogengegend in zwei Hauptäste, von denen der eine Aeste abgebend und Anastomosen bildend nach abwärts gegen den Flughautrand verläuft, während der zweite unter ähnlichem Verhalten diagonal nach aussen und abwärts gegen die

Spitze des kleinen Fingers verläuft. Aus der Flankengegend des Rumpfes kommen vier bis fünf etwas schwächere Arterien, von denen die unterste die stärkste zu sein pflegt; sie begleiten insgesammt ebensoviele bereits früher erwähnte aus derselben Gegend kommende Muskeln, geben meist unter rechten Winkeln Zweige ab, welche die longitudinal verlaufenden elastischen Balken und Muskeln begleiten, mehr oder weniger rechteckige Maschen bildend, und streben schliesslich gegen das innere Dritttheil des freien Flughautrandes.

Ausserdem erhält die Flankenflughaut kleine Arterienzweige, 5—6 aus den Arterien des Unterschenkels, 10—12 aus denen des Unterarmes und ebensoviele aus der äusseren Fingerarterie des kleinen Fingers. Da jede Arterie stets von einer Vene begleitet wird, so ist der Verlauf der Venen natürlicherweise derselbe. Die erste Fingerflughaut erhält gleichfalls zwei Hauptarterien, die eine stammt von der inneren Flugarterie des kleinen Fingers, die andere von der äusseren Fingerarterie des Ringfingers, beide streben, sich baumförmig verästelnd nach abwärts gegen den Flughautrand. Ausserdem erhält noch diese Flughautabtheilung kleine Arterienzweige von den beiden ihr zugewandten Fingerarterien des kleinen und Ringfingers, von jeder etwa 10—15 an der Zahl.

Die zweite Fingerfächerflughaut erhält gleichfalls zwei Hauptarterienstämmchen und zwar die eine aus der innern Fingerarterie des Ringfingers, die zweite aus der äusseren des Mittelfingers, und zwar aus dem untersten Dritttheile derselben. Ausserdem treten aus den beiden genannten Fingerarterien kleine Stämmchen in die betreffende Flughaut in derselben Weise wie bei der vorigen Flughautabtheilung angegeben wurde.

Die dritte Fingerflughaut enthält nur lauter winzige Arterienzweigchen, die einestheils aus der inneren Fingerarterie des Mittelfingers, anderntheils aus der äussern des Zeigefingers entspringen.

Das zwischen Daumen und Zeigefinger befindliche Flughautrudiment besitzt nur Gefässe von nahezu capillärer Feinheit, welche von der inneren Fingerarterie des Zeigefingers stammen.

In der Schwanzflughaut verläuft eine mässig starke Arterie, von einer ungemein starken Vene begleitet, von der Sacralgegend zur Fusswurzel, gibt, ohne sich während des ganzen Verlaufs merklich zu verdünnen, meist quere Zweige ab, welche längs der elastischen Balken und Muskeln verlaufen.

Ein starker Arterienzweig und mehrere schwache kommen ausserdem aus der Schwanzarterie. Eine Arterie verläuft von der Fusswurzel kommend längs des freien Flughautrandes noch aufwärts Zweigchen abgebend. Ausserdem erhält diese Flughautabtheilung noch einige Zweige aus den Gefässen des Unterschenkels.

In der Vorarmflughaut verläuft eine sehr starke Arterie längs des ganzen freien Randes der betreffenden Flughautabtheilungen.

Alle übrigen Gefässe der Vorarmflughaut sind schwache Stämmchen, welche theils aus der eben genannten Arterie, theils aus den Gefässen des Ober- und Vorderarmes entspringen.

Ueber die von Wharton Jones entdeckte Pulsation der Flughautvenen, sowie über die bestätigenden Beobachtungen Leydig's habe ich nichts Neues zu berichten.

Haare und deren Anhangsdrüsen.

(Tafel II, IV und V.)

Die ganze Flughaut erscheint sowohl an der Innen- als an der Aussenfläche von äusserst feinen sparsamen Härchen bedeckt. In jedem Haarbalg münden zwei oder mehrere Talgdrüsen und eine Schweissdrüse und bilden zusammen ein abgeschlossenes von einem Capillarnetz umsponnenes Ganze. Sämmtliche Härchen sammt ihren Drüsen sind in der ganzen Flughaut, wie bereits Leydig erwähnt, längs der elastischen Balken vertheilt.

In der Nähe des Körpers im innersten Dritttheile der Flankenflughaut und in der Schwanzflughaut stehen sie am dichtesten und zahlreichsten, in den äusseren Parthien der Flankenflughaut und in den Fingerflughäuten gegen die Flughautspitze zu werden sie allmählich sparsamer. Das innerste Dritttheil der Flankenflughaut, wo die Härchen dem Verlaufe der elastischen Balken entsprechend in Längsreihen angeordnet sind, enthält ebensoviele Härchen als die zwei übrigen Dritttheile zusammengenommen.

In den übrigen zwei Dritttheilen entspricht gleichfalls die Vertheilung der Härchen zumeist dem bereits früher geschilderten Verlauf der elastischen Balken, so dass wir blos auf jenen Abschnitt zu verweisen brauchen.

Dasselbe gilt von den übrigen Flughautabtheilungen mit Ausnahme des oberen Dritttheiles der Schwanzflughaut, wo keine elastischen Balken vorkommen. Hier stehen die Härchen längs der

transversal verlaufenden Muskelbündel und im obersten inneren Theile dieser Flughautabtheilung ganz regellos dichtgedrängt weder an Muskeln noch an anderweitige Elemente gebunden. Es ist dies zugleich die am dichtesten besetzte Stelle der ganzen Flughaut. Die betreffenden Talg- und Schweissdrüsen der einzelnen Härchen stossen fast ohne Zwischenräume aneinander.

Die (vordere ventrale) Innenfläche sämmtlicher Flughautabtheilungen trägt stets unverhältnissmässig mehr Härchen als die (hintere dorsale) Aussenfläche.

Die Zahl der Härchen und somit der damit zusammenhängenden Drüsengruppen und später zu beschreibenden Terminalkörperchen beträgt in den einzelnen Flughautabtheilungen:

1.	In der Flankenflughaut	2400—2600
2.	In der Schwanzflughaut	800—1000
3.	In der ersten Fingerflughaut	500—700
4.	In der zweiten »	200—300
5.	In der dritten »	50—80
6.	In der Vorarmflughaut	50—80

Somit in der Flughauthälfte 4000—5000 und in der ganzen Flughaut des Thieres in runder Summe 8000 bis 10,000.

Die Haare der Flughaut sind etwas abweichend gebaut von den Haaren der übrigen Körperregionen. Es haben zwar die Oberhautplättchen stets eine ähnliche Gestalt und Stellung wie bei den Körperhaaren des betreffenden Thieres, so z. B. bei Vesperugo serotinus, wo sie spitzwinklige dichtgedrängte Doppelspirale bilden, aber die für die Körperhaare der Chiropteren charakteristische Aenderung des Dickendurchmessers und der Anordnung der Plättchen in den einzelnen Regionen desselben fehlt. Es erscheinen vielmehr die Haare der Flughaut einfach gegen die Spitze zu konisch zulaufend und sind nur ausnahmsweise unmittelbar über der Haarzwiebel etwas weniger halsartig verengt.

Die Härchen der Flughaut sind im Durchschnitt 0,2500 Mm. lang und am Grunde 0,0039 Mm. stark.

Der Bau der Haarbälge der Flughauthaare ist im höchsten Grade interessant und eigenthümlich. Die beiden Faserhäute sind nicht deutlich ausgebildet, vielmehr liegt der Haarbalg im welligen bindegewebigen Stroma der Flughaut ohne scharfe Abgrenzung. Dagegen ist die Glashaut stark und prachtvoll entwickelt.

Sie beginnt unter der Malpighi'schen Schicht als wulstiger

Ring mit tief und dicht eingekerbtem Rande, den untersten Theil des Haares umschliessend bildet in der Gegend der Haarzwiebel eine bauchige Anschwellung, vereinigt sich unterhalb der Haarzwiebel abermals sehr bedeutend, um sich dann abermals zu erweitern und das später zu beschreibende conische Terminalkörperchen zu umschliessen und mit stumpfer Spitze zu enden.

In ihrer oberen Hälfte ist die Glashaut prachtvoll der Länge nach gestreift oder eigentlich gefaltet, die äusserst feinen Fältchen sind dicht gedrängt, beginnen von je einer Kerbe des gewulsteten Randes und verlieren sich in der Gegend unterhalb der Haarzwiebel. Innerhalb der Glashaut befinden sich die Wurzelscheiden, von denen jedoch die innere bei der Kleinheit und überaus schwierigen Behandlung des Gegenstandes schwer wahrzunehmen ist. Die äussere kennzeichnet sich durch den Pigmentgehalt ihrer Zellen, welcher namentlich bei denjenigen Härchen, welche auf der äussern oder dorsalen Oberfläche der Flughaut münden, sehr bedeutend ist.

Sie kleiden die erste Ausbauchung der Glashaut aus und füllen den Raum zwischen dieser und der Haarzwiebel, unterhalb der Haarzwiebel verschmelzen sie und bilden einen soliden Zellstrang, welcher sich in die zweite rundlich conische unter der Haarzwiebel befindliche Ausbuchtung der Glashaut fortsetzt. Wir werden auf diesen Zellenfortsatz bei Betrachtung der Terminalkörperchen, welchen er zur Grundlage dient, wieder zu sprechen kommen.

Die Talgdrüsen münden in den Haarbalg oberhalb des wulstigen Randes der Glashaut. Sie sind im Verhältnisse zu den winzigen Härchen riesenmässig gross. Bei Vesperugo serotinus finden sich gewöhnlich zwei an jedem Haarbalg, nicht selten jedoch auch drei, vier bis fünf; bei Plecotus auritus sogar sechs bis sieben. Sie sind stets um den Haarbalg rosettförmig gruppirt. Wenn nur zwei vorhanden sind, misst ihre Länge im Durchschnitt 0,037, ihre Breite 0,074 Mm., wo mehrere vorhanden sind, werden die einzelnen der Anzahl entsprechend kleiner. Was ihre Structur betrifft, weichen sie von anderen Talgdrüsen nicht ab, wesshalb ich hierüber nichts erwähne. Die einzige mächtige im Vergleich zum Härchen riesige Schweissdrüse mündet gleichfalls mit verengtem Ausführungsgange oberhalb des Glashautwulstes in den Haarbalg. Sie besitzt einen ziemlich langen Ausführungsgang, ist

einfach schlauchförmig, nicht zusammengerollt und variirt in Bezug auf ihre Länge bei ein und demselben Thiere ganz ungemein.

Sie besitzt, wie bereits Leydig (a. a. O.) erwähnt, einen Beleg von glatten Muskelfasern, welche durch ihren Verlauf an der Oberfläche derselben eine leicht spiralige Streifung bedingen, und zweikernige Zellen. Bei Vesperugo serotinus sehe ich jedoch meist nur einkernige Zellen.

Die Breite des Drüsenschlauches beträgt 0,059 Mm. Die Länge schwankt zwischen 0,185 und 0,725 Mm.

Nerven und Nervenendigungen.

(Tafel III und IV.)

Die Chiropterenflughaut ist gegen Leydig's Ausspruch (a. a. O.) ausserordentlich reich an Nerven und Nervenendigungen.

Sämmtliche Nerven der Flughaut lassen sich naturgemäss ihrer Lage nach in fünf Schichten eintheilen, wovon die eine im mittelsten Stratum des Flughautstromas eingebettete einfach ist, die übrigen doppelt zu beiden Seiten der ersteren gelagert sind und sich gradatim den beiden Flughautoberflächen nähern.

1. Die erste Schicht enthält die grössten und grossen Nervenstämme und Aeste der Flughaut im Durchmesser von 0,207 Mm. bis zu 0,020 Mm., sie ist, wie bereits erwähnt wurde, einfach und liegt in dem mittelsten Stratum des Flughautstromas zugleich mit den grossen Blutgefässstämmen, Muskeln und elastischen Balken.

Die Verästelung der Nerven dieser Schicht ist stets eine streng dichotomische baumförmige, doch kommen bereits in dieser Schicht häufig Maschenbildungen vor, welche jedoch stets nur auf die Art gebildet werden, dass ein sich vom Hauptstamme abzweigender Ast nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder zum Hauptstamme zurückkehrt, um mit ihm wieder vereint in derselben Richtung fortzulaufen.

Da alle dieser Schicht angehörigen Nerven mit alleiniger Ausnahme der eben geschilderten Maschenbildungen streng den Verlauf der grössten und grossen Blutgefässe verfolgen, so erscheint eine detaillirtere Schilderung des Verlaufes der einzelnen Nerven als überflüssig, und ich verweise nur auf den bereits geschilderten Verlauf der grossen Blutgefässstämme. Die stärksten und meisten Nerven erhält die Flankenflughaut, und von dieser selbst ist wieder

das innerste Dritttheil, welches dem Körper am nächsten liegt, am reichlichsten mit Nerven versehen.

Alle zur ersten Schicht gehörige Nervenstämme erscheinen in diesem inneren Dritttheil der Flankenflughaut von grossen sternförmigen Pigmentzellen umsponnen.

2. Die zweite Nervenschicht (Tafel II. Schwarz ohne Pigmentzellen) ist gedoppelt, die eine liegt über, die andere unter der vorigen unmittelbar unter dem Capillargefässnetz. Die Nerven dieser Schicht entspringen aus den Zweigen der Nerven der vorigen Schicht, haben einen Durchmesser von 0,020 bis 0,005 Mm., die stärksten enthalten 40—50, die schwächsten nur 6, ja mitunter nur vier dunkelrandige Fasern. Sie begleiten gleichfalls zumeist mittelstarke und schwache Blutgefässstämme.

Was den Verlauf der Nerven dieser Schicht anbelangt, so kommen bei den stärksten Stämmchen noch häufig einfache dichotomische Verästelungen vor, im weiteren Verlaufe werden sie bei den schwächeren Stämmchen stets seltener, vielmehr verlaufen dieselben auf weite Strecken hin gleichstark bleibend und bilden unregelmässige Netze.

Die Netzbildung entsteht dadurch, dass wo zwei, drei oder vier Nerven zusammenstossen, stets ein streng gesetzmässiger Faseraustausch stattfindet, indem fast stets entweder die Hälfte, ein Dritttheil oder ein Viertheil der Fasern eines jeden Stämmchens ausgetauscht wird. Bei den stärksten Stämmchen dieser Schicht, wo die Gabeltheilung vorherrscht, ist der Faseraustausch von untergeordneter Bedeutung, indem meist nur einzelne Fasern von einem Zweige zum anderen herüberstreichen.

Die Netzbildung ist eine eigenthümliche: directe unmittelbare Maschen, aus gleichstarken Stämmchen gebildet, sind verhältnissmässig selten, kommen jedoch überall in der Flughaut vor. Weit häufiger sind weite unregelmässige Maschen, welche nach weitem Verlauf und complicirter Verästelung durch stärkere und schwächere Stämmchen derselben Schicht gebildet werden.

Am häufigsten kommt eine indirekte Maschenbildung vor, indem je zwei Stämmchen erst durch Nervenstämmchen der nächstfolgenden Schicht verbunden sind und so eine Masche bilden, die halb dieser halb der nächtsfolgenden Schicht angehört.

Schliesslich kommt eine indirekte Maschenbildung noch da-

durch zu Stande, dass einzelne Nervenstämmchen dieser Schicht nach sehr weitem Verlaufe complicirter Verästelung und häufigem Faseraustausch je zwei oder mehrere der schwächsten Stämmchen der vorigen (untersten) Schicht verbinden, und so Maschen bilden, die halb dieser halb der ersten unteren Schicht angehören. Die später zu beschreibenden Terminalkörperchen gehören gleichfalls zu dieser Schicht, indem einzelne ihrer schwächsten Nervenstämmchen sich zu einem Haarbalg begeben und hier durch Umwicklung des bereits beschriebenen soliden Zellfortsatzes der Wurzelscheide das betreffende Körperchen bilden.

3. Die dritte Nervenschicht (Tafel III. Braun) ist gleichfalls doppelt, liegt über der vorangehenden gegen die beiden Flughautoberflächen zu in einer Ebene mit den feinsten Blutgefässstämmchen und dem Capillargefässnetz.

Die Nervenstämmchen dieser Schicht bestehen fast allgemein nur aus zwei, äusserst selten aus vier blassen Nervenfasern. Der Durchmesser beträgt gewöhnlich 0,005 Mm., selten etwas mehr, der Durchmesser jeder einzelnen blassen Faser im Durchschnitt 0,0025 Mm. Die Nervenstämmchen dieser Schicht entspringen aus den feineren und feinsten Nerven der vorigen Schicht und zwar auf dreifache Weise. Entweder wird ein ganzes Nervenstämmchen der vorigen Schicht an seinem Ende allmählich blass, indem es ganz durch wiederholte Gabeltheilungen in zweinervige Stämmchen der dritten Schicht zerfällt; oder es entstehen die blassen Stämmchen aus den ebengenannten Nerven der vorigen Schicht lateral unter rechtem Winkel abzweigend, wo da stets die eine Faser von dem centralen, die zweite vom peripheren Theile des betreffenden Nerven abstammt; oder endlich es bleiben von den zu den Terminalkörperchen gehenden feinen Nervenstämmchen 2 oder 4 Fasern übrig, die dann blass werden und in die dritte Schicht eintreten. In Bezug auf Verbreitung und Netzbildung der Nerven dieser Schicht gelten genau dieselben Gesetze, wie ich sie bei der zweiten Nervenschicht angegeben habe und zwar direkte enge und weite Maschenbildung, indirecte Maschenbildung durch Vermittlung von Nervenfasern der nächst oberen (vierten) Schicht, indirekte Maschenbildung durch Verbindung von je zwei oder mehreren Stämmchen der zweiten (nächst unteren) Schicht.

4. Die vierte Nervenschicht (Tafel III. Blau), gleichfalls doppelt, liegt über der vorangehenden unmittelbar über dem Ca-

pillargefässnetz der beiden Flughautoberflächen. Sie besteht durchweg aus einem unregelmässigen Netz einzelner blasser Nervenfasern, deren Durchmesser zwischen 0,0025 Mm. und 0,0009 Mm. schwankt. Die Maschenbildungen in dieser Schicht entstehen jedoch natürlicherweise nicht durch Faseraustausch, wie es bei den früheren Schichten der Fall war, sondern durch direkte Anastomosen der einzelnen blassen Fasern. In den Knotenpunkten befinden sich zumeist jedoch nicht immer dreieckige, viereckige, mitunter auch polymorphe ziemlich mächtige Anschwellungen von fein granulirtem Ansehen, in denen ich jedoch keine Kerne nachweisen konnte.

Aehnliche aber spindelförmige Anschwellungen finden sich ziemlich häufig im Verlaufe einzelner Nervenfasern, namentlich bei den stärkeren derselben.

Die Nervenfasern dieser Schicht entspringen aus den zweifaserigen blassen Nervenstämmchen der vorigen Schicht auf zweifache Weise, indem entweder die beiden blassen Fasern des Stämmchens am Ende desselben gablig auseinanderweichen und in die nächst obere Schicht eintreten, oder es entspringt eine einzelne blasse Faser lateral aus einer blassen Faser des Stämmchens unter rechtem Winkel gleichsam heraussprossend. In der vierten Schicht angelangt, bildet jede einzelne Faser zahlreiche wiederholte Gabeltheilungen und Anastomosen.

In Bezug auf Verbreitung und Netzbildung gelten für die Nervenfasern der vierten Schicht genau dieselben Gesetze wie ich sie bei der 2. und 3. Schicht angegeben habe.

Direkte unmittelbare Maschenbildungen gehören stets zu den Ausnahmen, kommen jedoch vereinzelt überall vor. Viel häufiger sind sehr weite Maschen, welche erst nach wiederholter Theilung und Anastomosenbildung der einzelnen Fasern nach weitem Verlaufe gebildet werden.

Indirekte Maschenbildungen kommen zu Stande, indem Fasern dieser Schicht entweder direkt oder nach wiederholter Gabeltheilung zwei oder mehrere zweifaserige blasse Nervenstämmchen der nächst unteren Schicht verbinden; oder dass einzelne Zweige in die nächst obere Schicht hinaufsteigen und hier durch die feinsten blassen Fasern dieser Schicht unmittelbar oder im weiteren Verlaufe verbunden werden.

Dieser Nervenschicht analog sind die blassen Netze, wie sie

z. B. Kölliker schon im Jahre 1856 in der Haut der Maus beschrieben hat. (Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. VIII. Hft 3. p. 313. Fig. 10.) Doch kommen weder so einfache Netz- oder Maschenbildungen vor, wie sie Kölliker abgebildet hat, noch ist das Netz ein terminales.

5. Die fünfte und letzte terminale Nervenschicht (Tafel III. Roth) ist gleichfalls doppelt, liegt unmittelbar über der vorigen an der Oberfläche der Cutis, theilweise zwischen den gewöhnlich an der Cutis haften bleibenden tiefsten Zellen der Malpighi'schen Schicht. Die Nervenfasern dieser Schicht sind gleichfalls blass und haben einen Durchmesser von 0,0009 Mm. bis zu nahezu unmessbarer Feinheit. Sie entstehen aus den blassen Nervenfasern der vorigen Schicht durch Theilung der feinsten Fasern derselben. Sie bilden gleichfalls ein unregelmässiges Netz mit direkten engen und sehr unregelmässigen weiten Maschen, sowie mit indirekten Maschen, welche durch Verbindung zweier oder mehrerer Fasern der vorigen Schicht entstehen. An den Knotenpunkten der Anastomosen oder an der Theilungsstelle der Fasern kommen in dieser Schicht nur ausnahmsweise und dann nur winzige Anschwellungen vor, wie sie so häufig in der vorigen Schicht sich finden. Auch spindelförmige Anschwellungen im Verlaufe der einzelnen Nervenfasern fehlen.

Zur Untersuchung der Nerven eignet sich am meisten das innere Dritttheil der Flankenflughaut, einestheils wegen des grossen Nervenreichthums, anderentheils weil hier das Stroma der Flughaut die grösste Dicke besitzt.

Man kann hier mit starken Vergrösserungen (600—800) durch allmähliche Verrückung der Fokaldistanz die einzelnen Nerven aus einer Schicht in die anderen auf weite Strecken hin verfolgen, und an geeigneten Punkten durch verschiedene Einstellung des Instrumentes alle 5 beziehungsweise 9 Nervenschichten der Flughaut an einem Punkte nacheinander zur Ansicht bekommen.

Ich wähle hierzu junge fast ausgewachsene Exemplare von Vesperugo serotinus, tödte das Thier mit Chloroform, öffne dann rasch das Herz so lange es noch schlägt behufs der Verblutung. Hierauf injicire ich die Gefässe der Flughäute mit einer sehr dünnflüssigen und nur sehr schwach blass-rosa mit Carmin gefärbten Gelatinmasse. Leichtflüssig muss die Masse sein, damit man bei der Injection die Flughäute nicht bedeutenderen Temperaturgraden

aussetzen muss, blass muss sie sein, weil intensiv gefärbte Capillaren die Untersuchung erschweren, ja an einzelnen Stellen unmöglich machen.

Es ist zwar eine vorangehende Injection der Capillaren zur Untersuchung des ferneren Verhaltens der Nerven durchaus keine Nothwendigkeit, da eben keine grosse Erfahrung dazu gehört, um die leeren Capillaren sofort und überall zu erkennen, aber eine unter obigen Vorsichtsmassregeln ausgeführte gute Injection erleichtert die Untersuchung wesentlich, namentlich wenn es sich darum handelt, den Zusammenhang der einzelnen Nervenfasern und Nerven auf weite Strecken hin durch verschiedene Schichten mit Sicherheit zu verfolgen.

Nach geschehener Injection lege ich die Flughäute für ein paar Augenblicke in Eiswasser, um die Gelatine zum Erstarren zu bringen. Hierauf kommen sie in ein Gemisch von rektifizirtem Holzessig, destillirtem Wasser und Glycerin, in diesem Gemisch bleiben sie bei gewöhnlicher Sommertemperatur zwei bis drei Tage, dann werden sie auf Korkplatten befestigt, die eine glatte mit Glycerin bestrichene Oberfläche haben und nun unter Wasser die Oberhaut und obere Malpighi'sche Schicht erst der einen, dann der anderen Seite aber mit der allergrössten Schonung und Vorsicht abpräparirt.

Die der Oberhaut beraubten Flughäute im aufgespannten Zustande, weil sie sich sonst in Folge ihrer contractilen Elemente ungemein zusammenziehen in ein Gemisch von Alkohol und Essigsäure von verschiedener Concentration in dem sie je nach Bedarf eine kürzere oder längere Zeit verweilen. Hierauf werden sie noch im Zusammenhang auf einen grossen Objectträger ausgebreitet, mit schwach angesäuertem Glycerin betropft und mit einem sehr grossen feinen Deckgläschen bedeckt. Während auf das Deckglas ein mässiger Druck einwirkt, wird erst das betreffende bedeckte Flughautstück den Rändern des Deckglases entlang von der übrigen Flughaut abgeschnitten.

Tinctionen sind meist nicht nothwendig, höchstens verwende ich blasses gelbes Anilin, meine besten Präparate sind ohne alle Tinction.

Bei gelungenen Präparaten sehe ich jetzt ein volles Jahr nach ihrer Anfertigung die feinsten blassen Nervenfasern mit der grössten

Deutlichkeit und lassen sich auf gewaltige Strecken verfolgen. So sind die auf Tafel III abgebildeten Nerven durchaus nicht aus vielen Präparaten zusammengestoppelt oder schematisirt, sondern sind fast durchweg von einem einzigen Präparat entnommen, freilich mit sehr grossem Aufwand von Zeit und Mühe. Nur die allerfeinsten Nerven der fünften (terminalen) Schicht lassen sich nicht auf weite Strecken im Zusammenhange verfolgen, hier sind die Schwierigkeiten gar zu gross, und man muss sich mit der Zusammenstellung einzelner glücklich erhaltener und gelegener Pärthien begnügen. Die blassen Nervennetze der vierten Schicht schon, sowie alle übrigen Schichten habe ich mehrere Centimeter weit mit grosser Sicherheit verfolgt.

Terminalkörperchen.

(Tafel IV, II u. III.)

Die Terminalkörperchen haben die Gestalt eines kurzen Tannenzapfens mit etwas gerundeter Spitze. Der Längsdurchmesser beträgt 0,0259, der Querdurchmesser 0,0175 Mm.

Sie liegen, von der Glashaut des Haarbalges umschlossen, unter je einer Haarzwiebel, es stimmt also ihre Anzahl und Anordnung in der Flughaut genau überein mit der der Haare, die ich bereits geschildert habe und auf die ich nun in dieser Hinsicht hinweise.

Den Kern der Körperchen bilden Zellen, welche ihrer Genese nach den Wurzelscheiden beziehungsweise der Malpighi'schen Schicht angehören, die Rinde bilden dicht gewundene und verschlungene dunkelrandige Nervenfasern, deren Stärke im Durchschnitt 0,0012 Mm. beträgt.

Die Nerven der Terminalkörperchen stammen aus der zweiten Nervenschicht, indem je eines der feinsten Nervenstämmchen derselben, bestehend fast ausnahmslos aus vier oder sechs dunkelrandigen Nervenfasern, sich zu je einem Haarbalge begiebt und hier durch Knäuelbildung und Umhüllung des obengenannten zelligen Fortsatzes der Wurzelscheide das terminale Körperchen zu bilden.

Bevor die betreffenden Nervenstämmchen zum Haarbalg oder zum Terminalkörperchen treten, spalten sie sich gewöhnlich in zwei Zweigchen, von denen jedes stets genau die Hälfte der Fasern enthält.

Verfolgt man die betreffenden, das Körperchen bildenden Nervenfasern zurück zur ersten Bifurkationsstelle, so kann man häufig beobachten, dass die Hälfte der Fasern aus der einen, die andere Hälfte aus der andern Richtung herstammen. Die Zellen im Innern des Körperchens, welche besonders in der oberen Partie desselben, wo die nervöse Umhüllung sparsamer ins Auge fallen, enthalten stets etwas, manchmal auch recht dunkles Pigment.

Die Auffindung und richtige Deutung der betreffenden Terminalkörperchen war ein hartes Stück mikroskopischer Arbeit.

Es sind mir zwar schon im April des vorigen Jahres, also vor Jahresfrist, gleich bei den ersten genaueren Durchmusterungen der Flughaut eigenthümliche Fortsätze der Haarbälge nach abwärts aufgefallen, die sich mit grosser Constanz bei jedem Haare wiederholten und stets dieselbe eigenthümliche Gestalt besassen. Ebenso konnte es mir nicht entgehen, dass mit derselben Constanz sich ein aus 4—6 dunkelrandigen Fasern bestehendes Nervenstämmchen bis zu je einem Härchen verfolgen liess und nicht weiter, obgleich die ganze Partie der Flughaut unversehrt war und selbst eine schwache blasse Nervenfaser der Untersuchung nicht entgangen wäre.

Doch über den Bau und die Bedeutung der betreffenden Haarbalgfortsätze sowie über das weitere Schicksal des bei jedem Haarbalg nicht weiter zu verfolgenden Nervenstämmchens blieb ich lange Zeit im Unklaren.

Am häufigsten erschien es, als sei es aus granulöser Masse zusammengesetzt, mitunter zeigte sich namentlich in den oberen Theilen bräunliches Pigment, manchmal, namentlich bei etwas zu energischer Einwirkung des Essigsäure-Alkoholgemisches, erschien das Gebilde wie mit länglich rhomboidalen Feldern oder Schuppen besetzt, so dass es täuschend einem winzigen Tannenzapfen glich, oft schien es mir wieder, dass es eine rein zellige Struktur besitze, oft auch namentlich bei manchen Arten wie Plecotus erschienen die ganzen Gebilde so blass, dass man nur die äusseren Conturen wahrnehmen konnte.

Da endlich gelang mir ein Präparat aus der Flankenflughaut von Vesperugo serotinus, welches wenigstens im unteren Dritttheil der meisten Körperchen deutliche Windungen zeigte, welche au mich sofort den Eindruck von Nervenfasern machten.

Einzelne besonders günstige Körperchen desselben Präparates

erschienen ganz mit Windungen bedeckt wie kunstgerecht gewickelte Knäuel. Wie ein Blitz tauchte in mir die Vermuthung auf, dass ich es mit Endorganen sensitiver Nerven zu thun habe und dass dieselben mit dem bereits erwähnten, stets in der Nähe des Haarbalges verschwindenden Nervenstämmchen in Verbindung stehen dürften.

Meine Freude über die Beobachtung war sehr gross, doch die nervöse Natur der Windungen war noch nicht erwiesen, der Zusammenhang mit Nerven noch nicht festgestellt. Eine vorgefasste Meinung konnte also leicht Täuschungen begünstigen. Alle nur möglichen Zweifel tauchten in mir auf, namentlich glaubte ich eine lange Zeit, dass Faltenbildungen der Glashaut die vermeintlichen Windungen vortäuschen könnten. Doch die Breite der Windungen war stets und überall genau dieselbe wie die der dunkelrandigen Fasern des oftgenannten zum Haarbalg gehenden Nervenstämmchens. Das optische Verhalten und das Verhalten gegen Reagentien war auch bei beiden stets dasselbe.

Endlich gelang es mir, unter den Tausend und aber Tausend beobachteten Körperchen eines zu finden, welches für die Beobachtung sehr bequem lag. Die Glashaut war durch Zufall zersprengt und das Körperchen lag frei neben derselben. Trotzdem zeigte es dieselben Windungen mit um so grösserer Klarheit und die leere Glashaut zeigte die Eindrücke derselben. Auch die Beobachtung des direkten Zusammenhanges der betreffenden Windungen mit den dunkelrandigen Nervenfasern des oftgenannten Nervenstämmchens liess nicht lange auf sich warten und zwar zu wiederholten Malen und mit grosser Sicherheit.

Nun konnte ich mich auch bei verhältnissmässig schlechten Präparaten zurechtfinden.

So stand meine Ansicht zu Ende des verflossenen Jahres fest, dass die betreffenden Gebilde terminale Nervenkörperchen sind, und ich hielt sie für einfache, unter dem Haarzwiebel gelegene Nervenknäuel, wie ich es in meiner vorläufigen Mittheilung angegeben habe.

Auf den ebenso freundlichen als aneifernden Rath des Herrn Professor Max Schultze nahm ich die bereits abgeschlossene Untersuchung der Körperchen, hauptsächlich unter Anwendung der Ueberosmiumsäure wieder auf.

Nach langer, ebenso zeitraubender als mühseliger Arbeit gelang es mir, eine Anzahl der betreffenden Körperchen zu isoliren, worauf dann eine genauere Untersuchung sowohl der Oberfläche als des Innern möglich wurde. So gelangte ich schliesslich zu den oben angegebenen Resultaten.

Zur Untersuchung der Terminalkörperchen eignet sich am besten die mittlere Partie der Flankenflughaut von Vesperugo serotinus. Am besten eignen sich hierzu nicht injicirte Flughäute, weil das den Haarbalg und die Drüsen umspinnende dichte Capillarnetz namentlich bei intensiver Färbung der Injectionsmasse zu viel deckt.

Die Flughäute werden dann möglichst frisch nach kurzer Einwirkung des Holzessiggemisches der Oberhaut beraubt und hierauf der Einwirkung der verdünnten Essigsäure oder des Essigsäure-Alkoholgemisches ausgesetzt. Auf die Concentration dieser Reagentien sowie auf die Zeit der Einwirkung kommt sehr viel an, doch lassen sich hierüber präcise Vorschriften nicht geben, weil bei verschiedenen Flughäuten bald eine intensivere, bald weniger intensive Einwirkung dazu gehört, um das gewünschte Resultat zu erreichen. Ich pflege während der Einwirkung der Reagentien von Minute zu Minute das ganze auf einer Glasplatte ausgespannte grosse Präparat aus der Flüssigkeit herauszunehmen, auf eine Stelle desselben einen Tropfen Glycerin zu bringen und nach aufgelegten Deckgläschen bei mässiger, 3—400facher Vergrösserung nachzusehen, bis die gewünschte Wirkung eingetreten ist.

Zur Aufbewahrung der Präparate dient dann schwach angesäuertes Glycerin. Ein Jahr alte Präparate, die vor mir liegen, zeigen die Terminalkörperchen noch ganz prachtvoll.

Schlussbemerkungen.

Es enden somit, wie aus Vorangehendem ersichtlich, die sensitiven Nerven der Chiropteren-Flughaut in doppelter Weise: dunkelrandige Nerven in eigenthümlichen Terminalkörperchen; blasse Nervenfasern in einem subepidermoidalen Terminalnetz.

Bemerkenswerth ist bei den Terminalkörperchen, dass die in sie eintretenden dunkelrandigen Fasern stets paarig sind, dass, wie bereits erwähnt, sich das Nervenstämmchen vor dem Teröminalkrperchen gewöhnlich spaltet und die Hälfte der Fasern von der einen, die andere Hälfte von der anderen zu dem Körperchen sich begibt;

endlich dass sich häufig beobachten lässt, dass bei der letzten Bifurkations- oder Theilungsstelle, wo das zum Körperchen sich begebende Nervenstämmchen beginnt, sich die eine Hälfte seiner Fasern nach der einen, die andere nach der anderen Seite hin verfolgen lässt.

Bei Betrachtung dieser Thatsachen drängt sich mir unwillkührlich der Gedanke auf, ob nicht die betreffenden Fasern von der einen Seite kommend durch Umwicklung des Zellfortsatzes der Wurzelscheide und Knäuelbildung dieses Gebilde zu einem sensitiven Endorgan machen und sich auf der andern Seite wieder fortbegeben, oder mit andern Worten, ob die betreffenden Terminalkörperchen nicht in bipolarer Weise in den Nervenfaserverlauf eingeschaltet sind. Es könnte vielleicht etwas ähnliches bei anderen terminalen Bildungen, zu denen paarige Nervenfasern treten, wie z. B. zu den Tastkörperchen, stattfinden.

Das Netz feinster blasser Nervenfasern unmittelbar an der Oberfläche des Corions, theilweise zwischen den untersten Zellen der Mapighi'schen Schicht, welches ich früher als fünfte Nervenschicht beschrieben habe, halte ich für ein terminales.

Es lässt sich dieses Netz bei der ungemeinen Schwierigkeit der unversehrten Präparation und Untersuchung nicht auf weite Strecken hin im Zusammenhange verfolgen, doch sind die Partien, die im Zusammenhange beobachtet werden können, immer noch gross genug, um daraus berechtigte Schlüsse und Folgerungen ziehen zu können.

Wo das Präparat unversehrt ist, die untersten Zellen der Malpighi'schen Schicht ungestört an Corion sitzen blieben, zeigen sich nirgends freie Enden der allerfeinsten blassen Fasern. Wo sich freie Enden feiner und feinster Fasern finden, die an ihrem Ende mitunter leicht kolbig oder elliptisch angeschwollen sind, lassen sich fast stets gewaltsame Continuitäts-Trennungen nachweisen.

Fasern, welche sich noch weiter gegen die Oberfläche zwischen die oberen Zellen der Malpighi'schen Schicht begeben würden, lassen sich nirgends, weder an Flächenpräparaten noch an Querschnitten auffinden.

Ich glaube also berechtigt zu sein, aus der Beobachtung direkter Netzbildung feinster blasser Fasern zwischen den untersten Zellen der Malpighi'schen Schicht, aus dem Mangel feinerer weiter gegen die Oberfläche dringender Fasern, sowie aus dem Mangel

natürlicher freier Endigungen in derselben Schicht das betreffende Netz feinster blasser Nervenfasern für ein terminales halten zu dürfen.

Interessant ist die Uebereinstimmung beider Endigungsweisen. Die dunkelrandigen Fasern in den Terminalkörperchen umwickeln Zellen der Wurzelscheide, also beziehungsweise der Malpighi'schen Schicht, die blassen terminalen Fasern liegen gleichfalls zwischen den untersten Zellen ebendieser Schicht.

Was die Bedeutung der beiden Endigungsweisen sensitiver Nerven in der Chiropteren-Flughaut betrifft, so liegt es sehr nahe, dass die terminalen Körperchen wegen ihrer Analogie mit anderen Tastorganen, ihrer regelmässigen Vertheilung und ihres Zusammenhanges mit Haaren das überaus feine Tastvermögen der Flughaut vermitteln, während die blassen Terminalnetze das Gefühl für Temperatur, Schmerz u. s. w. ermöglichen.

Zum Schlusse will ich nur noch erwähnen, dass ich ähnliche Endigungsweisen sensitiver Nerven auch an besonders sensitiven Stellen anderer Säugethiere gefunden zu haben glaube, worüber ich in nächster Zeit berichten werde.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Tafel I. stellt eine injicirte Flughaut von Vesperugo serotinus nach vorsichtiger Entfernung der Oberhaut und Malpighi'schen Schicht bei geringer Vergrösserung dar.

Das Netz elastischer Balken ist schwarz dargestellt, ebenso die feinen Härchen.

Die Muskeln sind braun und quer schraffirt.

Die Arterien roth. Die Venen blau.

Die Capillargefässe violett, um die Härchen herum, wo sie die betreffenden Talg- und Schweissdrüsen umspinnen, Rosetten bildend.

Die Nerven sind gelb. Das Netz blasser Nervenfasern, sowie die bei jedem Härchen liegenden Terminalkörperchen sind orange.

Tafel II.

Stellt ein kleines rechteckiges Stückchen aus der Mitte der Flankenflughaut von Vesperugo serotinus bei 250maliger Vergrösserung nach Entfernung der Oberhaut und Malpighi'schen Schicht dar.

Zwei elastische Balken, von denen der eine nach oben zu gabeltheilig ist, verlaufen diagonal von innen und oben nach aussen und unten und geben längs ihres ganzen Verlaufes feine elastische Fasern in das Stroma der Flughaut ab.

Die Muskeln sind braun und querschraffirt; es verlaufen fünf Muskelbündel, von denen das eine gabeltheilig diagonal von aussen und oben nach innen und unten. Sie kreuzen die beiden elastischen Balken unter nahezu rechten Winkeln.

Zu beiden Seiten der beiden elastischen Balken sind fünf Härchen, mit deren Anhangsdrüsen und den unter der Haarzwiebel gelegenen Terminalkörperchen dargestellt.

Die Zahl der Talgdrüsen bei je einem Härchen variirt zwischen zwei bis fünf, die Länge der einzigen Schweissdrüse ist gleichfalls variabel. Beiderlei Drüsen sind von einem Capillarnetz zierlich umsponnen.

Im oberen inneren Winkel befindet sich ein kleines Segment eines Bündels grosser Blutgefässe in Begleitung eines starken Nerven.

Arterie, Vene und Nerv geben je einen Zweig in die abgebildete Flughautpartie ab, deren weiterer Verlauf auf der Tafel dargestellt ist.

Die feinsten Blutgefässe, sowie die Capillargefässe erscheinen von den tiefsten pigmentlosen Zellen der Malpighi'schen Schicht umsäumt.

Ueber die ganze Tafel erstreckt sich das Netz stärkerer und schwächerer blasser Nervenfasern.

Im Stroma der Flughaut sind zahlreiche Bindegewebskörperchen vorhanden.

Tafel III.

Stellt die Nerven eines kleinen Stückchens aus dem innersten Dritttheile der Flankenflughaut von Vesperugo serotinus dar.

Der Verlauf sämmtlicher Nerven mit Einschluss der stärkeren, blau dargestellten blassen Nervenfasern ist zum allergrössten Theile mit portraitmässiger Genauigkeit von einem einzigen gelungenen Präparate entnommen. Nur die feinsten blassen Fasern, welche carminroth dargestellt sind und deren Verfolgung im Zusammenhange längs des ganzen Präparates ein Ding der Unmöglichkeit ist, sind theils von fremden Präparaten zusammengestellt und ergänzt. Der Verlauf der einzelnen Nervenstämmchen ist etwas abgekürzt, weil sonst die Tafel gar zu colossal ausgefallen wäre; es erscheinen somit die Maschen etwas enger als im natürlichen Zustande. Die Vergrösserung ist 350.

Vier stärkere, aus dunkelrandigen Fasern bestehenden Nervenstämmchen, welche in diese Parthie eintreten, gehören der ersten oder mittleren unparigen Nervenschicht an; sie sind schwarz gezeichnet und von dunkelbraunen sternförmigen Pigmentzellen umsponnen.

Die Nerven der zweiten (paarigen) Schicht sind gleichfalls schwarz dargestellt, entbehren jedoch der sternförmigen Pigmentzellen; es sind die drei feinen und feinsten aus dunkelrandigen Fasern bestehenden Nervenstämmchen; mit ihnen im Zusammenhange stehen die gleichfalls schwarz gezeichneten Terminalkörperchen.

Die Nerven der dritten Schicht sind braun gezeichnet; es sind dies feinste Nervenstämmchen, bestehend aus je zwei starken blassen Nervenfasern.

Die Nerven der vierten Schicht sind blau dargestellt; sie bilden ein unregelmässiges Netz stärkerer und schwächerer blasser Nervenfasern mit polymorphen Anschwellungen an den Knotenpunkten.

Die fünfte Nervenschicht ist carminroth dargestellt und besteht aus den feinen und feinsten, meiner Ansicht nach terminalen blassen Nervenfasern.

Tafel IV.

Stellt ein Härchen mit dessen Anhangsdrüsen, dem Terminalkörperchen und dessen Nerven aus der Mitte der Flankenflughaut von Vesperugo serotinus dar. Vergrösserung 1005.

Der Haarschaft ist an seinem Grunde von dem gekerbten Rande der Glashaut des Haarbalges umgeben.

Unter der Haarzwiebel liegt von der Glashaut umhüllt das Terminalkörperchen.

Zu beiden Seiten des Haarbalges liegt je eine mächtige Talgdrüse. Die grosse Schweissdrüse schlingt sich um das Ganze. Von den gegen den Haarbalg zustrebenden Nervenstämmchen begeben sich sechs dunkelrandige Fasern, zu je dreien je ein Stämmchen bildend, zum Terminalkörperchen. Zwei vom Hauptstämmchen übrig bleibende Fasern streichen weiter, werden blass und gehen in das Netz blasser Nervenfasern über.

Tafel V.

Fig. 1. Ein Stückchen der Oberhaut der äusseren (dorsalen) Flughautoberfläche von Vesperugo serotinus im natürlichen gefalteten Zustand. Vergrösserung 350.

Fig. 2. Ein Stückchen derselben Oberhaut nach leichter Einwirkung von Alkalien und unter mässigem Druck. Die Falten sind verschwunden, die einzelnen Oberhautzellen flach ausgebreitet. Vergrösserung 350.

Fig. 3. Eine Gruppe von Zellen der oberen Malpighi'schen Schicht von der äusseren (dorsalen) Flughautoberfläche von Vesperugo serotinus. Vergrösserung 1005.

Fig. 4. Eine Gruppe derselben Zellen von der inneren (ventralen) Flughautoberfläche. Vergrösserung dieselbe.

Fig. 5. Eine sternförmige Pigmentzelle aus dem Stroma des inneren Dritttheiles der Flankenflughaut von Vesperugo serotinus. Vergrösserung 450.

Fig. 6. Senkrechter Durchschnitt der Flughaut von Vesperugo serotinus. Vergrösserung 300. Die Begrenzung nach oben und unten bilden die betreffenden Zellen der Oberhäute und der Malpighi'schen Schichten. Das Stroma erscheint als welliges Bindegewebe mit zahlreichen Bindegewebskörperchen. In der Mitte des Stromas nach oben liegt ein Haarbalg mit seinen Anhangsdrüsen, zu beiden Seiten eine durchschnittene Talgdrüse und um dieselbe drei Durchschnitte der verschiedenen Windungen der Schweissdrüse. Unter der Haarzwiebel liegt das Terminalkörperchen. Unter dem Haarbalg liegt der Querdurchschnitt eines mächtigen elastischen Balkens. Zu beiden Seiten gegen die Ränder zu liegen zwei schief durchschnittene braun gezeichnete Muskelbündel.

Ausserdem finden sich im Stroma Durchschnitte von Blutgefässen, Capillaren und Nerven.

Ueber Bildung und Rückbildung der Fettzelle im Bindegewebe,

und Bemerkungen über die Structur des Letzteren.

Von

Dr. W. Flemming.

Hierzu Taf. VI, VII und VIII.

Es darf als allgemein angenommen gelten, dass, was man Fettgewebe nennt, eine Metamorphose des Bindegewebes darstellt: überall, wo sich normale Fettzellen entwickeln, geschieht dies im Bereich des fibrillären Bindegewebes, und seit man Zellen im Letzteren kennt, hat man sie als Entwicklungsgrundlage der Fettzellen angesprochen. Es knüpfen sich aber hieran einige Fragen, deren Beantwortung noch nicht versucht, welche, soviel mir bekannt ist, überhaupt noch kaum gestellt worden sind.

Wenn fibrilläres Bindegewebe sich zu Fettgewebe umzuformen vermag, warum geschieht dies immer zuerst an bestimmten Körperregionen und bleibt auf bestimmte beschränkt? Warum verhalten sich Strecken des lockeren Bindegewebes, die morphotisch einander ganz gleich sind, in dieser Beziehung so verschieden? Ferner: man beobachtet constant, dass das Fettgewebe immer in kleinen umschriebenen Heerden sich anlegt. Was ist der Grund davon? Wenn jede Bindegewebszelle Fettzelle werden kann, so dürfte man ebenso gut erwarten, dass die Aufspeicherung des Fettes ganz diffus im Gewebe verstreut erfolge. Und dieser Ausdruck Aufspeicherung, dem eine vielverbreitete Auffassung von der Bedeutung des Fettes im Körperhaushalt zu Grunde liegt, ist er berechtigt? Stellt das Fettgewebe wirklich eine blosse Anhäufung von »überschüs-

sigem Ernährungsmaterial« dar, oder muss man ihm eine activere fortdauernde Rolle im Stoffwechsel des Thierleibes zumessen?

Diese Fragen greifen weiter, als dass eine rein histiologische Untersuchung sie zu lösen vermöchte. Aber um an ihre Beantwortung überhaupt zu gehen, scheint es nöthig, zuvor über das rein morphologische Problem ins Klare zu kommen: Welche Formelemente sind es, die bei der Bildung, dem Leben und Schwinden des Fettgewebes ins Spiel kommen, und welcher Art sind die histiologischen Veränderungen, die sie dabei eingehen?

Der Lösung dieses Problems sollen die hier mitgetheilten Untersuchungen dienen. Durch einen Blick auf dasjenige, was über den Gegenstand bisher bekannt war, glaube ich zeigen zu können, dass das Unternehmen kein müssiges ist; denn vom Standpunkt der neueren Bindegewebshistiologie ist die Frage nach der Genese der Fettzelle bisher noch nicht endgültig beantwortet worden.

Nach Virchow[1]) erfolgt bei Embryonen die Entwicklung des Fettgewebes aus dem von ihm sogenannten Schleimgewebe: die runden Zellen in demselben vermehren sich durch Wucherung zu je einem grösseren Häufchen, dessen Zellen dann Fett aufnehmen. Ganz ähnlich erfolge die Fettzellenneubildung in Lipomen, daneben aber hier auch von den alten Fettzellen aus. Ausserdem führt Virchow eine pathologische Beobachtung — bei progressiver Muskelatrophie — dafür an, dass spindelförmige Bindegewebszellen sich zu Fettzellen umgestalten[2]). Einen ganz ähnlichen Fall theilt v. Wittich mit[3]) und Förster[4]) gibt an, dass dies bei hypertrophischer Fettwucherung und fettiger Entartung der gewöhnliche Weg sei; daneben scheine aber auch Theilung der alten Fettzellen vorzukommen.

Von den verbreiteten Handbüchern der Gewebelehre enthält dasjenige von Frey[5]) die ausführlichsten Angaben über den Gegenstand, welche sich wesentlich den eben citirten anschliessen. Die Entstehung der Fettzellen beim Embryo erfolgt nach Frey »wohl von jenen sphärischen Zellen aus, welche die Hohlräume des wer-

---

1) Die krankhaften Geschwülste, 1863 Bd. I. 369.

2) V. Arch. Bd. VIII. 1855 p. 538.

3) Ebenda Bd. IX. 1859 p. 195.

4) Handb. d. path. Anat. 1865 4. Lief. p. 234.

5) Handb. d. Histol. u. Histochem. d. M. 1867 p. 240.

denden formlosen Bindegewebes erfüllen« (es wird dabei auf eine Abbildung der runden Zellen in den Maschenräumen der Wharton'schen Sulze verwiesen). In späterer Zeit liegen dann nach Frey aneinandergedrängt, polyedrisch abgeplattet und von dem bekannten Gefässnetz umsponnen, ansehnliche kugelige Zellen, in der Regel noch ohne Fetttröpfchen; dann treten in ihnen einzelne Tröpfchen auf und confluiren, ein Vorgang, welcher in umgekehrter Reihenfolge ganz die Bilder der an Fett verarmenden Zelle des reifen Körpers wiederhole — auch findet man bei Frey's Darstellung des Fettschwundes (p. 296 Fig. 188) dieselbe Serie von Zellen abgebildet, welche hier (Fig. 192) als progressive Reihenfolge gezeichnet sind. Während es also hier, im Embryo, nach Frey runde Zellen sind, welche Fett aufnehmen, spricht derselbe sich p. 241 dahin aus, dass im fettig durchwachsenem Muskel auch stern- und spindelförmige Bindegewebskörperchen sich mit Fett füllen können.

Die Morphologie des Fettschwundes ist wie gesagt nach Frey in umgekehrter Folge ganz dieselbe wie die der Fettbildung. Ist alles Fett geschwunden, so bleiben sogenannte »serumhaltige Fettzellen«, in denen das Fett »durch einen flüssigen Inhalt von anderer Mischung« ersetzt ist; man findet sie in abgemagerten, sowie in wassersüchtigen Leichen.

Kölliker in seinem Handb. der Gewebelehre spricht sich über die Entwickelung des Fettgewebes nicht näher aus; nur eine Angabe desselben (Handb. d. Gewebelehre 1863 p. 113) habe ich später zu berücksichtigen. Die an Fett verarmte »serumhaltige« Fettzelle beschreibt er als: »neben mehr oder weniger geschwundenem Fett, das meist als eine einzige, dunkler gefärbte Fettkugel erscheint, eine helle Flüssigkeit und einen deutlichen Kern enthaltend, und bedeutend kleiner als regelrechte Fettzellen, 0,01—0,015'''. An den ganz fettlos gewordenen Fettzellen beobachtete er eine zarte oder verdickte Hülle.

In seinem »Handb. d. pathol. Gewebelehre« gibt Rindfleisch (I. Lief. p. 48 Fig. 23) eine Abbildung von Fettinfiltration des Bindegewebes — es ist nicht gesagt, ob pathologischer oder normaler — in welcher das Fett lediglich in stern- und spindelförmigen Bindegewebskörpern auftretend dargestellt ist. Nach Rindfleisch sieht man selten mehr als zwei, höchstens drei isolirte grössere Tropfen in einer Zelle auftreten, welche sich beeilen zusammenzufliessen.

Auf R.'s Angaben über atrophisches Fettgewebe werde ich unten zurückkommen.

Zuletzt ist die Histiologie der Fettbildung besprochen worden in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, in Rolletts Aufsatz: Von den Bindesubstanzen (p. 69). Diese Darstellung besagt, dass man »als erste Entwicklungsstufe der späteren Fettzellen kleine runde, körnige Zellen mit runden Kernen sehe, die das Ansehen junger Zellen haben; im Innern derselben entstehen zuerst kleine, stark lichtbrechende Tröpfchen, die sich aber sehr bald meist zu einem einzigen grösseren Fetttropfen in der Mitte der Zelle sammeln; viel seltener gewahre man mehrere grössere Tropfen nebeneinander. Beim Grösserwerden des centralen Fetttropfens behalte das umgebende Zellprotoplasma anfangs noch sein körniges Ansehen, später bleibe von ihm nur noch die dünne und glatt erscheinende Hülle des Fetttropfens mit dem platter und glatter gewordenen Kern. Rollett schliesst übrigens, dass beim Wachsen der Zelle nicht nur das Fett, sondern auch das Protoplasma an Masse zunehme.

Von Fettbildung in spindel- oder sternförmigen Zellen redet Rollett nicht.

Die, soviel mir bekannt ist, einzige Monographie über den Gegenstand hat F. Czajewicz[1]) geliefert; sie ist, ausser in einer kurzen Notiz bei Rollett (vgl. unten), in den angeführten Handbüchern nicht erwähnt. Auf ihren Inhalt werde ich bei meinen eigenen Mittheilungen noch vielfach zurückkommen müssen und citire hier nur die Hauptresultate, wie sie Czajewicz l. c. p. 318 zusammenfasst. Hinsichtlich der Entwicklung sagt Czajewicz:

»Man sieht deutlich, wie die kleinen, zarten, abgeflachten, feinkörnigen Bindegewebszellen, welche nach Cz. alle rundlich und membranhaltig sind, sich mit kleinen Fetttröpfchen anfüllen, die fortwährend an Umfang zunehmen und schliesslich zu grossen Tropfen zusammenfliessen.

»Bei reichlicher Fütterung findet nicht nur eine Ablagerung vom überschüssigem Ernährungsmaterial in den Fettzellen statt,

---

1) Mikroskop. Unters. über die Textur, Entwickelung, Rückbildung und Lebensfähigkeit des Fettgewebes, in Reichert und Du Bois Arch. Jahrg. 1866 p. 289; deutsch durch H. Hoyer. Ein besonderer Abschnitt einer grösseren polnisch geschriebenen Arbeit »über d. Fettgewebe u. seine physiol. Bedeutung«. Dieses polnische Original war mir nicht zugänglich.

sondern man bemerkt auch an den Formelementen anderer Gewebe eine sichtliche Zunahme und selbst strotzende Fülle, z. B. an den Zellen des Bindegewebes und am einschichtigen Epithel des Mesenteriums, dessen Zellen sogar vollständig mit Fett erfüllt werden können.«

»Bei Nahrungsentziehung wird der Fetttropfen in der Zelle resorbirt, seine Stelle »grösstentheils durch eine helle sehr feinkörnige Flüssigkeit ersetzt; bei längerem Hungern schwindet das Fett gänzlich und es bleiben die Formelente des Bindegewebes in Form von grossen, schönen, runden, mit seröser Flüssigkeit gefüllten und mit deutlicher Membran und mit einem oder mehreren Kernen versehenen Zellen zurück.«

Beim Wiederansatze des Fettes »sammelt sich dasselbe in den ursprünglichen Fettzellen wieder an«, unter fast ganz denselben Erscheinungen wie bei der ersten Entwickelung.

Endlich gibt Cz. an, beobachtet zu haben, dass bei künstlicher Entzündung des Fettgewebes »in den Fettzellen eine reichliche endogene Entwickelung junger zelliger Elemente« vor sich gehe.

Alle die citirten Angaben stimmen darin überein, dass sie die Fettzellen aus Zellen des Bindegewebes ableiten[1]). Früher mochte man sich hiermit befriedigt halten; heute aber ist »Zelle des Bindegewebes« bereits ein mehrdeutiger Begriff geworden. Seit vor etwa acht Jahren v. Recklinghausen's Arbeiten die Histiologie der Bindesubstanzen bereicherten, wissen wir ja, dass in jedem normalen Bindegewebe zwei wohlcharakterisirte Zellenarten vorkommen: die Virchow'schen, freien Bindegewebskörperchen und die freien, wandernden Zellen. Seitdem konnte die Frage nach der Fettzellenbildung nur so gefasst werden: »Ist es eine bestimmte von diesen beiden Zellenarten, welche sich zur Fettzelle entwickelt, oder sind es beide, oder ist es eine dritte, eigenartige Zellenform?

Legen wir diesen Maassstab an die obigen Angaben, so ergibt sich, dass sie offenbar sehr auseinandergehen.

Nach Virchow und nach der von Frey gegebenen Darstellung sind es im Embryo runde Zellen, welche durch Proliferation

---

1) Gegenüber der älteren Ansicht (vgl. z. B. Henle's allg. Anatomie 1841 p. 396), dass die Zelle selbst erst um einen Fetttropfen »wie um einen Cytoblasten« sich anlegen könne.

die Elemente der Fettzellenhaufen abgeben. Im reifen intermusculären Bindegewebe bei der Mästung, und bei pathologischer Fettneubildung, sollen nach jenen Forschern, nach v. Wittich und Förster, spindel- und sternförmige Zellen Fett aufnehmen. Rindfleisch scheint, nach seiner Abbildung wenigstens, diesen Modus als den einzigen der Fettinfiltration anzunehmen. Hiermit harmoniren wiederum nicht Rolletts Angaben: nach ihnen sind die ersten Entwickelungsstufen der Fettzellen »im Embryo wie im Erwachsenen« kleine runde körnige Zellen, »welche das Ansehen junger Zellen haben«. — Czajewicz's Mittheilungen endlich sind von unseren modernen Anschauungen aus nur schwierig zu beurtheilen, da sie sich nicht auf deren Boden bewegen. Obwohl seine Abhandlung 1866 erschienen ist, also mehrere Jahre nach den Arbeiten v. Recklinghausens, erwähnt er die Wanderzellen mit keinem Wort. Aber auch spindelförmige Bindegewebskörper erkennt er nicht an, und lässt sie, wo er ihrer Erwähnung thut, stets unter der Wacht des Wortes »sogenannt« auftreten. Er kennt vielmehr im Bindegewebe nur eine Art von Zellen; dieselben sollen zart contourirt und feinkörnig, rundlich und dabei schuppenförmig abgeflacht sein und oft »epithelartig aneinandergeordnet« liegen (p. 301 ff.): wenn man dieselben von der Kante sähe, meint Czajewicz, müssten sie natürlich spindelförmig erscheinen, und so seien die Bilder der sogenannten Spindelzellen zu erklären. — Es kann uns heute, auf Grund der neuesten Errungenschaften von Ranvier, eine Andeutung der Wahrheit erscheinen in dieser Czajewicz'schen Auffassung; aber es ist noch viel mehr Unwahres daran, sein Versuch, alle Bindegewebszellen auf ein Schema zu bringen, ist entschieden unglücklich und braucht kaum bekämpft zu werden. Wenn man sich wirklich denken wollte, dass einer der spindel- oder walzenförmigen Zellenkörper, die wir im frischen Bindegewebe beobachten, nur die Kantenprojection einer runden, linsenförmigen Zelle sei, und wenn man sich demnach das Flächenbild davon construirte: so würde eine so colossal grosse Rundzelle herauskommen, wie man sie wohl schwerlich je im Bindegewebe beobachtet und wie sie mit den, uns genugsam bekannten kleinen, rundlichen Wanderzellen sicher nicht zu verwechseln wäre. — Wenn also Czajewicz mit diesen Ansichten über die Zellelemente des Bindegewebes zu dem Resultat kommt, die Fettzellen entständen »aus gewöhnlichen

Bindegewebszellen«, so wissen wir damit über die Morphologie der letzteren und des ganzen Vorganges soviel, wie zuvor.

Die Frage, ob die Vorstufen der Fettzellen eine bestimmt characteristische Zellenform darstellen, war also eine offene. Ich bin vor mehr als einem Jahre an ihre Entscheidung gegangen unter dem vollen Eindruck der glänzenden Cohnheim'schen Entdeckungen. Mussten dieselben doch jeden Histiologen auf die nahe Möglichkeit hinweisen, dass ein grosser Theil des physiologischen Lebens der Gewebe nicht minder, wie des pathologischen, extravasirten lymphoiden Zellen anheimfallen möge.[1]) Die bisherigen Angaben wiesen vielfach auf kleine, runde Zellen als Vorstufen der Fettzellen hin; dies und manche eigene Beobachtungen, vor Allem die unten zu besprechende, enge Abhängigkeit der Fettbildung von den Blutgefässen, legten den Gedanken nahe, dass der Ursprung der Fettzellen ständig zu suchen sei in ausgewanderten farblosen Blutzellen. Lange habe ich in diesem Glauben methodisch gearbeitet, oftmals ihn bestätigt gemeint; allmählich, unter immer wiederholter Sichtung des Gewonnenen, bin ich von ihm zurückgekommen, und habe jetzt beim Abschluss fast das Gegentheil von dem mitzutheilen, was ich Anfangs zu finden hoffte. Diese offene Darlegung des Arbeitsganges kann wenigstens bezeugen, dass meine Resultate keiner vorgefassten Meinung das Wort reden.

Bevor ich dieselben jedoch bespreche, habe ich Einiges über das Terrain zu bemerken, auf welchem sich die Untersuchung bewegen musste: das fibrilläre Bindegewebe, über welches uns ja in jüngster Zeit merkwürdige und reformirende Aufschlüsse zugekommen sind. Wenn auch die Funde Ranvier's[2]) über die Bindegewebszellen gewiss überall die verdiente Aufmerksamkeit gefunden haben, so sind sie in ihrer Gesammtheit doch bisher noch so unbestätigt geblieben[3]), dass es mir geboten scheint, hier kurz darauf einzu-

1) Kaum prägnanter kann man diesen Gedanken ausgesprochen finden, als in einer Stelle bei Rollett (»von den Bindesubstanzen« in Strickers Handbuch, I. Lief. pag. 40 Z. 8 ff.)

2) Eléments cellulaires du tissu conjonctif. Arch. de physiol. 1869 p. 471, und: Compt. rend. févr. et juin 1869. — Ref. Centralblatt 1869 Nr. 47, enthalten auch in der neuen französ. Uebersetzung v. Frey's Histologie.

3) Wenigstens für das lockere Bindegewebe. Bezüglich der Hornhautzellen ist neuerlich Schweigger-Seidel (Ueber d. Hornhaut d. Auges.

gehen. Ich musste für meinen Gegenstand die Formen der Bindegewebszellen in allen Entwickelungsstadien einem genauen Studium unterziehen; sobald ich mit Ranvier's Arbeiten bekannt war, habe ich dabei auch dessen eigene Methoden zu Rath gezogen, und kann mich ihm in dem, was er von den Formen der Bindegewebszellen aussagt, fast völlig anschliessen. Die fixe Zelle des erwachsenen fibrillären Bindegewebes ist kein stern- oder spindelförmiger, wurst- oder walzenförmiger Protoplasmakörper, sondern hat die Gestalt einer länglichen, unregelmässig gezackten und verschiedentlich gebogenen Platte, welche in ihrer Mitte oder excentrisch den platten elliptischen Kern mit mehr (besonders Kaltblüter) oder weniger (Warmblüter) umgebendem körnigen Protoplasma enthält. Die beiden letzteren Theile sind es fast allein, die man für gewöhnlich am frischen Object sieht und welche die bekannten Bilder länglicher kernhaltiger Körperchen gewähren: die Fibrillen, die sich gleich beim Herausschneiden zu einem dichten Filz zusammenrollen, machen frische Stückchen allzu opak, um die zarten Platten deutlich erkennen zu lassen. Auch sind letztere, namentlich an den sehr protoplasmareichen Zellen der Amphibien (Frosch) so blass und hyalin, dass sie auch freiliegend dem Auge fast entgehen und man meistens nur die Bilder protoplasmatischer Zellen gewahrt, wie sie in Kühne's »Protoplasma und Contractilität« gezeichnet stehen[1]). Doch kann man die Platten schon ohne die Ranvier'schen, überhaupt ohne complicirte Methoden auch an solchen frischen Präparaten erkennen, wenn man diese nur recht frei und flach ausgebreitet hat; man wird dann namentlich an den Rändern immer auf etwas auseinandergebogene Zellen stossen, welche gar nicht stern-,

---

Arb. d. Leipz. physiol. Instituts, 1870) zu Resultaten gelangt, welche mit den Ranvier'schen im besten Einklang stehen; und derselbe erwähnt beiläufig, dass Ranvier's Angaben über die Zellen der Sehne leicht zu bestätigen seien. Letzterem kann ich mich völlig anschliessen.

1) In dem Bindegewebe der Amphibien kommen übrigens ausser den lebhafter kriechenden Wanderzellen vielfach gestreckte Zellen vor, die rein protoplasmatisch sind und keine Spur einer Platte zeigen: besonders fallen dahin die von Kühne beschriebenen grobkörnigen walzigen Formen (Fig. 8g). Bei Warmblütern habe ich Aequivalente davon nicht beobachtet. — Dass das hier reichlich entwickelte Protoplasma der fixen Zelle seine Gestalt und damit wohl auch die der Platte zu ändern vermag, erscheint nach den Erfahrungen Kühne's (Prot. u. Contr. p. 113) und Rolletts (l. c.) zweifellos.

spindel- oder walzenförmig, sondern durchaus wie gefaltete Platten aussehen, wenn man auch diesen Faltungen vielfach erst durch die Stellschraube folgen muss. Ich verweise hierfür auf meine Figg. 5 a, 6 und 8 a, welche sämmtlich aus frischen, in Lymphe oder Jodserum untersuchten Präparaten stammen.

Noch besser lässt sich dies Verhalten sehen an ganz gewöhnlichen Essigsäurepräparaten, wie sie seit Jahren zu Tausenden gefertigt wurden, ohne dass freilich Jemand auf diesen Gegenstand aufmerksam wurde. Die Säure — weit entfernt übrigens, eine Membran an den Zellen darzustellen, wie z. B. Czajewicz (p. 302) es behauptet, oder ihre Gestalt zu ändern — macht die Substanz der Platten trüber, oft körnig, so dass man mit einem guten starken System über ihre Beschaffenheit gar nicht in Zweifel bleiben kann (Fig. 5 b); man muss nur eben den freiliegenden, nicht den von Fibrillen verdeckten Zellen Aufmerksamkeit schenken.

Eine sehr schöne Hülfe gewährt es, Bindegewebe von fettansetzenden Thieren zur Untersuchung zu wählen, in welchem an oder in den platten Zellen vielfach kleine Fettkörnchen haften (s. unten). Hier kann man, nach Aufhellung durch Essigsäure, auch mitten zwischen dicht verschlungenen Fibrillenmassen die Platten constatiren; denn wenn man auch von ihnen selbst nichts sieht, so gibt die Anordnung der Körnchen um die elliptischen Kerne her die Gestalt der Platten auf das Deutlichste an (Fig. 9).

Um aber recht demonstrative Bilder zu haben, wendet man am besten die Ranvier'schen Methoden (l. c.) oder ähnliche an, besonders die Herstellung künstlicher Oedeme. Will man nur die Zellenformen studiren, so finde ich es genügend, das subcutane Bindegewebe oder das intermusculäre des Frosches mit Jodserum oder schwacher Kalibichromicumlösung aufzuspritzen, und aus dem so entstandenen gallertigen Oedem einen feinen Scheerenschnitt rasch, ehe er sich wieder zusammenkrollt, einzudecken und frisch zu untersuchen (Fig. 6), oder unter dem Deckglas durch Carmin- oder Pikro-Carminlösung, welche man mit Löschpapier hineinzieht, längere Zeit zu färben. Schwache Silberlösung (0,1 pCt.) ist zur Einspritzung noch vortheilhafter, indem die platten Zellen danach durch die aufgelagerten körnigen Metallniederschläge sich besonders scharf markiren. Die schönsten Präparate habe ich jedoch erhalten, indem ich nach Ranvier's Angabe Leimmassen zur Injection benutzte, welche nach dem Erstarren jedes Zusammenschnurren des Gewebes

verhindern. Gewöhnlich verwandte ich Klebs'schen Glycerinleim, dem $1/2$ seines Volums Silberlösung von 0,1 pCt. zugesetzt war; den ausgeschnittenen Leimtumor liess ich gefrieren, um gleichmässig dünne Schnitte anzufertigen, welche dann gewaschen, mit Pikrocarmin[1]) 6—12 Stunden lang gefärbt und nach abermaliger sorgfältiger Waschung mit Aqu. destillata, in dem Ranvier'schen Ameisensäure-Glycerin (1 : 100) oder in reinem Glycerin eingeschlossen wurden. Alle diese Proceduren nimmt man wegen der Zartheit der Schnitte am besten gleich auf dem Objectglas vor, welches man dazu passend mit einem Wall von Wachsmasse umzieht. Die Färbung mit gewöhnlichem ammoniakalischem Carmin und andern Massen hat den Nachtheil, dass der Leim sich stark mitfärbt und die Röthe aus ihm weder durch Waschen noch durch Säurewirkung herauszubringen ist; was an Pikrocarmin-Präparaten hinreichend gelingt.

Die fixen Zellen zeigen sich an so behandelten Präparaten theilweise, wie es Ranvier angibt, den Fibrillenbündeln und elastischen Fasern anliegend, oder herumgewickelt; grossentheils aber liegen sie frei, und es scheint mir das der natürliche Situs, keine Folge von Losreissung durch die Präparation zu sein. Wenn man die wirklich an den Fasern sitzenden Zellen beobachtet, während man das Deckglas fortdauernd stark drückt, beklopft und verrückt, so findet man, dass ihr Zusammenhang mit den Fasern dadurch fast gar nicht gelockert wird; es ist also schwer zu glauben, dass dies durch eine sehr vorsichtige und langsame Injection von Flüssigkeit ausgeübt werden könnte, wie ich sie stets ausgeführt habe. Eine weitere Stütze für diese Ansicht geben mir die Befunde am embryonalen Gewebe (s. unten).

Anastomosen der platten Zellen untereinander konnte ich im Einklange mit Ranvier[1]) beim erwachsenen Thier nicht häufig

---

1) Da die Bereitung des Reagens leicht misslingt, gebe ich hier die Herstellungsmethode an, wie ich sie Ranvier (durch freundliche Vermittlung des Herrn Dr. Sanders-Ezn) und Prof. Kühne verdanke: Völlig reine, concentrirte und filtrirte Pikrinsäurelösung wird (kalt oder warm) allmählich zu einer starken, ammoniakalischen Auflösung reinen Carmins gefügt, und zwar bis zur Neutralisation (bei Uebersäuerung kommt ein Niederschlag; und man versucht am bequemsten an kleinen entnommenen Proben, ob sie noch Säure vertragen). Geringe Niederschläge können wegfiltrirt werden.

feststellen. Sie werden stets vermittelt durch äusserst zarte, blasse Ausläufer der Platten, welche sehr leicht zerreissen. Auch hier bestimmen mich die Befunde beim Embryo anzunehmen, dass die Anastomose gleichwohl nicht die Ausnahme, sondern die Regel ist.

Nach Ranvier besteht das fibrilläre Bindegewebe lediglich aus Faserbündeln, elastischen Fasern und Zellen, ohne weitere Zwischensubstanz, — »on n'y observe ni lames, ni trous; les mots de tissu lamineux et de tissu cribleux sont donc mauvais« (l. c. p. 484). Ich muss jedoch bekennen, dass ich in jedem fibrillären Bindegewebe noch ausser jenen Elementen Etwas finde, das auf den Namen Zwischensubstanz gegründeten Anspruch hat. An Silber-Oedemen obiger Art, oder an Silberleimpräparaten, wenn man den Leim durch Hinlegen an die Sonne zerfliessen liess, sieht man massenhaft zwischen den Fibrillen zarte, mit körnigen Niederschlägen bedeckte Membranen sich ausspannen (Fig. 7 z), welche beim Verrücken des Deckglases flottiren und sich deutlich an den Fasern befestigt zeigen. Verunreinigungen sind das nicht; der Leim war vor der Injection durch Vliesspapier filtrirt und ganz klar. Man könnte jedoch sagen, es seien nur Producte der Silberwirkung, Gerinnungen aus der Gewebsflüssigkeit. Aber man kann dieselben, nur viel blasser, ebenfalls an ganz frischen, nicht different behandelten Präparaten wahrnehmen. Man untersuche ein Schnittchen vom intermusculären Gewebe des Frosches, in Froschlymphe oder frischem Jodserum. Letzteres ist diesem Object gegenüber völlig indifferent, es zeigt ganz dasselbe Bild wie die Lymphe. Man wird bei günstigem Licht zwischen den Fibrillen wiederum eine blasse Substanz bemerken, welche sich vom leeren Sehfeld durch einen sehr zarten Saum absetzt (Fig. 8 a, z). Man erkennt sie oft nur durch das Flottirenlassen und könnte manchmal an eine Täuschung glauben; aber es gibt ein Hülfsmittel. In dieser Substanz liegen stellenweise kleine Körnchen (Fig. 6, 8 a b, k). Lässt man flottiren, so bewegen sich diese Körnchen ganz correspondirend mit der Bewegung der Fibrillen, sie behalten stets den entsprechenden Abstand von Letzteren bei — sie müssen eben in einem festen Etwas eingebettet sein oder doch ihm aufliegen, welches mit den Fasern in Verbindung ist. Vollkommen dasselbe zeigt sich beim Warmblüter (Fig. 7, Silberpräparat). Wollte man auch diese Bilder für Kunstproducte er-

---

1) »Mais cette disposition est très-rare.« L. c. p. 482.

klären, so könnte dies nur durch die Annahme geschehen, dass schon das blosse Herausschneiden des Gewebes die bezüglichen Gerinnungen veranlasse.

Die Frage nach einer interfibrillären Zwischensubstanz hat nach einer Seite eine besondere Wichtigkeit. Die fixen Bindegewebszellen haben in ihrer Form so viel Aehnlichkeit mit denen, welche wir als Endothelien bezeichnen, dass der Gedanke nahe liegt, sie könnten als ein durchbrochenes Endothel zu betrachten sein und als solches eine Fortsetzung der Zellendecke darstellen, welche die Lymphgefässe austapezirt. In der Sehne, in der Hornhaut nach den neuesten Erfahrungen Schweigger-Seidel's ist die Analogie noch auffallender, die fixen Zellen kleiden dort in noch dichterer Aneinanderlagerung die Gewebsspalten aus. Auch mit v. Recklinghausens Ansichten wäre diese Auffassung sehr wohl in Einklang zu bringen, da dieser Forscher selbst annimmt, dass die fixen Zellen innerhalb der Saftkanälchen liegen können. Das Bindegewebe wäre danach ein Lymphsack [1]; die Bindesubstanzen, wie das Lymph- und Blutgefässsystem, also alle nach His parablastischen Gewebe, würden als gemeinsame Eigenthümlichkeit die Ausstattung mit platten Zellen darbieten. Es bleibt nur noch nachzuweisen, wie die Lymphgefässe im lockeren Bindegewebe endigen; mit Ranvier wird man zu der Annahme kommen, dass sie frei in den Sack münden, welchen dasselbe darstellt. Es ist nun nicht zu läugnen, dass das Vorhandensein einer besondern Zwischensubstanz diese Frage compliciren kann; die feinsten Lymphbahnen könnten ja vielleicht innerhalb dieser gelegen sein, also doch ein geschlossenes Canalsystem bilden. Ich bemerke jedoch, dass ich diese Ansicht durchaus nicht vertreten will, vielmehr die so eben skizzirte Theorie viel annehmbarer finde. Man sieht in jenen zarten Membranen auch an versilberten und gefärbten Präparaten keinerlei Structur, geschweige denn etwa Zellengrenzen, und sie scheinen weit mehr unter die Rubrik der »interfibrillären Kittmassen« zu fallen, welche in geformten Bindesubstanzen beschrieben werden.

Wenn, wie ich oben sagte, ein Anhaften der Zellen an den Fibrillen nur ausnahmsweise vorkommt, wenn, mit andern Wor-

---

1) Zu diesem Vergleich kommt bereits Ranvier selbst (l. c. p. 485), obwohl er sich auf den Ausdruck Endothel nicht einlässt.

ten, jene zu diesen in keiner constanten Lagerungsbeziehung zu stehen scheinen, so möchte ich nicht dasselbe behaupten bezüglich der Zellen und der Zwischensubstanz. Es sieht in der That aus, als ob die platten Zellen sich bald mit ihrer ganzen Fläche, bald wenigstens mit den Ausläufern ihrer Zacken an jene zarten Massen anlegen, und oft sind die Grenzen der Ersteren von den Letzteren kaum optisch zu trennen (Fig. 7, 8). Zu der Auffassung der Zellen als Endothelien scheint mir dieser Umstand sehr wohl zu passen: man würde sich eben das lockere Bindegewebe als ein lymphatisches, spongiöses Höhlensystem vorstellen können, dessen Wandungen dargestellt werden durch die Fibrillen und die an diesen unregelmässig vertheilten Zwischensubstanzmassen. Den letzteren wären die Zellen als durchbrochenes Endothel aufgelagert, und wo die Zwischensubstanz stellenweise die Fibrillen frei lässt, lägen sie an diesen selbst an. Die freien Hohlräume des Gewebes sind in situ natürlich bei Weitem nicht so mächtig, wie sie sich an absichtlich auseinandergezerrten Oedempräparaten darstellen, und es würde sich also diese Auffassung recht gut mit den Silberbildern der Lückensysteme vertragen köenen, welche man am nicht künstlich dilatirten Gewebe zu Gesicht bekommt.

Manchem Leser der Ranvier'schen Arbeiten und des Obigen mag sich ein Bedenken aufdrängen. Lange bekannt und viel beglaubigt sind ja die Formen spindel- und sternförmiger Bindegewebskörperchen. Wenn wir auch schon länger wissen, dass die erwachsenen Bindegewebszellen durchaus nicht regelrecht sich in dieses Schema fügen, und jedenfalls nicht überall ein plasmatisches Netz anastomosirender Sternkörper bilden: wenn auch Ranvier jetzt den Nachweis führt, dass die Sternzellenbilder, welche man an gehärteten und gefärbten Präparaten der Sehne und des fibrillären Bindegewebes erhält, trügerische sind: so bleiben doch gewisse Spindel- und Sternformen, an denen noch Niemand gezweifelt hat, und welche Ranvier selbst noch mit Stillschweigen übergeht: und ein Specimen davon bilden gerade die früheren Entwickelungsstufen unserer platten Zellen, die embryonalen Bindegewebskörperchen.

Es ist kein Zweifel, dass diese in gewissen Stadien durchaus keine Aehnlichkeit mit jenen später vorhandenen Platten haben, sondern solide drehrunde, spindelige oder ästige Körper darstellen. Es bleibt nach den Zwischengliedern beider zu fragen.

Bei ganz jungen Embryonen — z. B. Rattenembryonen von 1/2 Zoll — ist die Untersuchung schwierig, da die Bindegewebszellen hier äusserst dicht gedrängt liegen und kaum schonend zu dissociiren sind. Ich muss jedoch annehmen, dass schon in diesen Stadien an einem Theil der kleinen noch rundlichen Zellen und zwar dem grösseren, zwei oder mehr Fortsätze auszuwachsen anfangen. Dies leitet schon auf die Bilder, welchen man bei Embryonen mittleren Alters — Rattenembryonen von ca. 1 Zoll oder 5—8zölligen Wiederkäuerfrüchten — im subcutanen Bindegewebe begegnet und von denen ich jetzt ausgehen will.

Ich bemerke, dass diese sich nicht recht dem Schema »gallertigen Bindegewebes« anschliessen, weiches man gewöhnlich in der Wharton'schen Sulze der Nabelschnur aufzustellen pflegt. Man sieht kein übersichtliches, regelmässiges Sternzellennetz, mit runden Zellen in den Maschen; die Elemente liegen vielmehr ziemlich regellos durcheinander. Es sind vorzugsweise lange, dem Querschnitt nach rundliche, kernhaltige Protoplasmakörper, wie sie schon Rollett (a. a. O. p. 63) abbildet; die meisten sind nicht reine Spindeln, sondern mehrfach verästigt, doch auch die Seitenausläufer halten sich oft in ihrer Richtung den Endausläufern parallel. Viele Anastomosen dieser Ausläufer lassen sich nun sicher constatiren (Fig. 1, 2, 3). Doch je weiter in der Entwicklung der Zellen, desto feiner werden die Ausläufer und desto schwieriger, namentlich am nicht künstlich ausgebreiteten Object, ihre Verfolgung. Ich habe mich deshalb auch hier der Injection von Leimmassen mit nachträglicher Färbung mit Vortheil bedient; doch schon bei geringer Stärke der Einspritzung reissen auch die feinen Ausläufer durch, und zeigen sich dann an den meisten Zellen eingerollt oder geschlängelt (Fig. 3). Am Mesenterium, welches Rollett benutzte und wo man in der That das Gewebe ganz in natürlicher Ausbreitung vor sich hat, ist die Opacität der Zwischensubstanz und der um diese Zeit auftretenden Fibrillen etwas störend für die Beobachtung der feinsten Zellfortsätze. Am günstigsten für dieselbe fand ich solche Stellen an Leimoedem-Präparaten, welche schon gebildete Gefässbäumchen einschliessen. Die letzteren setzen der eindringenden Injectionsmasse hinreichend Widerstand entgegen, um die Zellen in ihren Maschen vor stärkerer Zerrung zu schützen; und in diesen Maschen findet man nun die Zellen (vgl. Fig. 17 aus einem noch etwas späteren Stadium) vielfach anastomosirend und bekommt durch-

aus den Eindruck, dass ihr Zusammenhangen wenn nicht die Regel, doch ein sehr häufiges Vorkommniss ist.

Neben den besprochenen Formen findet man in diesem Gewebe, doch in weit geringerer Anzahl und unregelmässig vertheilt, rundliche kleinere Zellen, welche von farblosen Blutzellen nicht differiren. Irgend welche sichere Uebergangsformen zwischen diesen und jenen wage ich nicht zu constatiren und kann kaum annehmen, dass in diesen Stadien noch runde Embryonalzellen zu jenen gestreckten auswachsen.

Ich will nebenbei bemerken, dass es mir so wenig wie Rollett gelungen ist, jemals einen Zellenausläufer in eine der jetzt in Bildung begriffenen Fibrillen übergehen zu sehen (wie das Kusnetzoff, Obersteiner und neuerdings Breslauer angaben). Dagegen findet man Zellen der Länge nach an eines der zarten Fibrillenbündel angelagert. Es ist das aber keineswegs die Regel, auch nicht an Präparaten ohne künstliche Dissociation; ich kann aus dem Gesehenen also nicht schliessen, dass das Auftreten der Fibrillen genetisch d. h. durch Auswachsen von den Zellen abhängig wäre.

Je weiter man in den Entwicklungsstadien kommt, desto länger und dabei feiner werden die Ausläufer der Zellen und bei 12zölligen Schafembryonen ist es keine Seltenheit, dass Letztere 150 bis selbst 200 μ. lang gefunden werden. Zugleich aber beginnt jetzt eine Veränderung, welche den Uebergang zu den postfötalen Formen anbahnt und welche man in den verschiedensten Stadien nebeneinander beobachten kann. Die Fortsätze nämlich und auch der dickere, dem Kern nahe liegende Theil der Zelle fangen an sich abzuplatten, was sich an Knickungsstellen leicht constatiren lässt. Sehr häufig beschränkt sich diese Abflachung auf die eine Seite des Kernes, während an der andern der Zellenkörper noch drehrund bleibt (Fig. 3). Man hat dann weiter die Formen platter Bänder, die in der Mitte oder gegen das eine Ende zu eine Verdickung mit dem Kern tragen, an den Enden und meist auch seitlich sich in feine Ausläufer ausziehen (Fig. 2, 3). Von diesen Gestalten existiren alle Uebergänge bis zu jenen, welche sich (Fig. 4) im Bindegewebe der ausgewachsenen Frucht und des Neugeborenen finden, und welche von denen des älteren Thieres kaum mehr differiren.

Bemerkt zu werden verdient noch, dass in grösseren Bezirken die Abplattungsebenen benachbarter Zellen einander ganz oder annähernd parallel zu liegen scheinen.

Dass ausserdem in jedem früheren Embryonalstadium die Zellen dichter liegen als im späteren, dass also die Zwischensubstanz — flüssige wie fibrilläre — immer zunimmt, ist eine zu bekannte Thatsache, als dass ich sie zu betonen brauchte.

Wenn ich glaube gezeigt zu haben, dass Anastomosen der fixen Zellen ein häufiges und wahrscheinlich das regelmässige Verhalten darstellen, so scheint mir dies Factum doch heute nicht mehr von dem Gewicht, welches es früher beansprucht haben würde. In der Zeit, wo Virchow und seine Schule zuerst den Kampf für die Existenz der Bindegewebszellen durchfocht, und lange nachher, galten dieselben als membranhaltige, als röhrige Gebilde, welche mit ihren Ausläufern zusammenhängend ein plasmatisches Canalsystem formten (vgl. Virchow, Würzb. Verhandl. Bd. 2. 1852 p. 155, 316). Das dürfen sie heute schwerlich mehr. Es könnte zwar vielleicht die Ansicht Vertretung finden, dass die platten Zellen in situ doch in der That Hohlschläuche darstellten, dass ihre aneinanderstossenden Ausläufer röhrig seien: dass also das Ganze ein verästeltes Endothelröhrensystem darstellte (wie solche Endothelröhren in gestreckter Form ja zweifellos in der Sehne [Ranvier] vorkommen), welches einem plasmatischen Canalsystem entspräche. Aber die zur Beobachtung kommenden Bilder können wenig für eine solche Auffassung sprechen. Niemals wollen die platten Zellen, auch wo man sie ganz isolirt vor Augen hat, das Bild etwa zusammengefallener Hohlschläuche gewähren, sondern stellen sich als wirklich einfache, zu grosser Zartheit abgeflachte, geknitterte Platten dar, deren Faltungen sich mit der Schraube deutlich controliren lassen, deren Ränder nach Silberbehandlung scharf und begrenzbar gezeichnet sind; die Ausläufer, in welche sie sich ausziehen, zeigen sich als äusserst zarte, platte Bändchen verfeinern sich zu Fäden, welche über die Grenze des Messbaren hinausgehen; und wenn es auch zunächst nicht zu beweisen ist, dass diese Fädchen keine hohlen Röhren sind, so sieht es doch sehr unwahrscheinlich aus, dass die Saftcirculation sich gerade solche Bahnen von minutiösester Feinheit aussuchen sollte.

Diese Saftcirculation des Gewebes hat ja ohnehin schon seit v. Recklinghausens Arbeiten begonnen, aus den Bindegewebs-

körperchen heraus und in andere Bahnen hinein gelenkt zu werden; und die Erörterung hat sich in der letzten Zeit wesentlich nur darum bewegt, ob die Strömung frei in den Lücken des Gewebes, oder ob sie innerhalb besonders umwandeter Bahnen vor sich gehe. Nach Allem, was oben angeführt wurde, wird es zum wenigsten nicht unüberlegt scheinen, wenn man der ersteren Ansicht zuneigt; oder wenn man, um vermittelnd zu sprechen, die Gewebstücke und die mit durchbrochenem Endothel bekleidete Bahn für identisch hält.

Die fixen Bindegewebszellen würden dann im Wesentlichen eine ähnliche histiologische Geltung zu beanspruchen haben wie die Deckzellen (Endothelien) der serösen Häute, der Lymph- und Blutgefässe. Dass sie übrigens in physiologischer Weise noch eigenthümlicher und belangreicher Metamorphosen fähig sind, dafür kann das Folgende als Beleg dienen.

Entwickelung der normalen Fettzelle.

Eine Thatsache, die ich besonders zu betonen habe, weil sie bisher von keinem Beobachter erwähnt wurde, ist die stete locale Abhängigkeit der Fettentwicklung von den Blutgefässen. Das Durchsponnensein des fertigen Fettläppchens von einem Gefässnetz ist wohl längst bekannt; aber da in allen früheren Beschreibungen seiner Entstehung nicht die Rede von den Gefässen ist, könnte man danach annehmen, dass die Fettzelle sich im gefässlosen Bindegewebe bildet, und dann erst vascularisirt wird. Das ist nicht der Fall. Die erste Anlage des Fettes geschieht *stets in der Adventitia der Blutgefässe*, und weiter von dieser aus; man kann das ganze Fettgewebe eine aufgelockerte Adventitia nennen. Und die Fettzellenproduction geschieht auch nicht etwa immer zuerst an den jungen, peripherischen Sprossen der wachsenden Gefässe, sondern gewöhnlich an der Wand der schon fertigen, dickeren Stämme. Von dieser aus erfolgt dann allerdings, erst Hand in Hand mit der Fettbildung, ein weiterer Gefässsprossungsprocess, den wir noch näher zu betrachten haben werden.

Ein übersichtliches Bild dieses Verhaltens gewinnt man am ausgebreiteten Omentum oder Darmmesenterium älterer Embryonen oder junger Thiere bei schwacher Vergrösserung (Fig. 10). Es springt sofort in die Augen, dass sich das Fettgewebe immer längs den Gefässen in die Netzplatte vorschiebt und immer nur in der durch ihren Zellenreichthum opaken, verdickten, die Gefässe umgebenden

Schicht, nicht im nebenliegenden gefässlosen Gewebe auftritt; und ebenso, dass die Blutbahnen selbst ihm dabei in ihrer Ausbildung voraneilen. Wo dieselben noch jünger, ihre Adventitia noch zellenarm ist und vollends wo erst die Pioniere der Vascularisation als zarte Schlingen in die Netzplatte hinauswachsen (Fig. 10 s), findet sich noch keine Spur von Fettanlage.

Wenn ich sagte, die Fettzellen treten auf in der Adventitia, so verstehe ich unter der Letzteren den ganzen Mantel dichteren Bindegewebes, welcher die Blutbahn umgibt [1]). Denn es zeigen sich ganz constant auch an den kleinsten venösen und arteriellen Gefässen, schon an jungen Arterienzweigen z. B., welche noch nicht einmal quergestellte Muskelkerne aufweisen, die Fibrillenbündel und elastischen Fasern, und ebenso die Zellen, nahe der Gefässwand weit dichter geordnet, als die des umgebenden gefässlosen Gewebes, von denen sie sonst in keiner Weise differiren.

Ich will zu diesem Gegenstand später zurückkehren und wende mich zunächst zu der Fettzellenbildung selbst.

Das Mesenterium, das Rollett (l. c.) zu ihrem Studium empfiehlt und das auch Czajewicz mehrfach benutzt hat, musste ich bald verlassen. Präparate, welche sichere Schlüsse gestatten, sind hier mindestens sehr selten; die Mesenterialgefässe treiben in ihrer Adventitia eine so mächtige Zellenwucherung, dass gerade dieser Ort der Fettbildung dadurch zu opak wird, als dass man feinere Zellenformen mit Klarheit darin beobachten könnte. Der Fettbildung im Mesenterium weiter unten Rechnung tragend, bespreche ich zunächst die Fettentwicklung im subcutanen Gewebe der Säugethiere.

Letztere mussten schon deshalb vorzüglich benutzt werden, weil man es nur bei ihnen in der Hand hat, durch Mästung sichere Fettneubildung zu erzielen. Doch stösst man auch hier auf Hindernisse. Die Kaninchen, die Czajewicz zu Mästungsexperimenten allein benutzt zu haben scheint, leiden so oft an parasitischen Krankheiten, besonders an Distomen, dass unter den in Laboratorien gehaltenen ein gesundes oft geradezu eine Ausnahme bildet. Ein so erkranktes Thier kann keine Zeichen seines Zustandes bieten, leb-

---

1) Mit His könnte man selbst das ganze Bindegewebe als Weiterwucherung der Adventitia auffassen, da die Gefässe eher als jenes auftreten. Vgl. dessen Unters. üb. d. erste Entw. d. Wirbelthierleibes.

haft fressen, und doch trifft man nach der Tödtung die Leber voll Eiterheerde, die Parasiten in der Bauchhöhle, und in seinem Fettgewebe Schwund und nicht Neubildung. Nur ganz junge, eben entwöhnte Thiere sind gewöhnlich noch unerkrankt und bieten ziemliche Garantie. Besser noch eignen sich Meerschweinchen, die selten krank sind, vor Allem aber junge Hunde, die sich zugleich leicht bis zum Aeussersten mästen lassen. Das hier und weiter unten Mitgetheilte stützt sich auf die übereinstimmenden Mästungsresultate bei circa 10 jungen Kaninchen, 3 Meerschweinchen und 2 jungen Hunden (nur die sicher in Fettproduction begriffenen Thiere, bei denen Verhalten und Section nichts Krankhaftes erkennen liessen, sind hierbei gerechnet). Erst durch den Vergleich mit diesen sicheren Fällen habe ich mich überzeugt, dass man bei säugenden Thieren sowie bei Embryonen kurz ante partum, im Wesentlichen ganz denselben Bildungsmodus wie bei gemästeten vor sich hat, und habe nun auch solche vielfach in Untersuchung gezogen und zwar säugende Kätzchen, Kaninchen und Embryonen von letzterem Thier, Schaf, Kalb und Ratte.

Ich habe von der Schilderung Czajewicz's, der einzigen, welche sich auf experimentelle Mästungen gründet, auszugehen. Cz. beschreibt die Bilder des Fettansatzes so (p. 303 l. c.): »Entnahm man den Thieren zarte Streifen von Fettgewebe aus der Leistengegend o. a., so fand man ... inmitten der streifigen Substanz des Bindegewebes zerstreut die oben beschriebenen rundlichen, unregelmässig polygonalen oder länglichen, mit zarten Contouren, sehr deutlichen Kernen und einem sehr feinkörnigen Inhalt (Protoplasma) versehenen Zellen (Cz.'s »gewöhnliche Bindegewebszellen«). Näherte man sich der bereits vollständig entwickelten Schicht von Fettgewebe, so sah man, wie jene Zellen eine mehr regelmässige rundliche Form und schärfere Contouren annahmen; weiterhin fand man dieselben Zellen bereits ganz erfüllt mit feinen Fetttröpfchen, . . . und an der Peripherie liess sich die Membran bereits deutlich nachweisen. Weiterhin nahm der Umfang der Fetttröpfchen zu, in Folge dessen auch die damit ganz ausgefüllten Zellen selbst sich vergrösserten und ausdehnten. Indem dann die Fetttröpfchen gewöhnlich zu einem einzelnen grösseren Tropfen confluiren, entstand die gewöhnliche Form der Fettzellen.«

Cz. betont besonders, dass man diese Untersuchungen nur am ganz frischen Gewebe ausführen solle. Trotzdem ich seine Unter-

suchungsmethode (Herausschneiden des ganz frischen Gewebes, Untersuchung frisch ohne Zusatz, mit Serum und mit Essigsäure), so viel Unzweckmässiges sie hier hat, anfangs ausschliesslich und später vielfach zur Controle angewandt, auch das lebend ausgeschnittene Gewebe oftmals bei 37—40° C. untersucht habe, muss ich bedauern, mit seiner Darstellung durchaus nicht in Einklang treten zu können. — Vorweg will ich bemerken, dass man auch bei exquisit fettansetzenden Thieren bei Weitem nicht an jedem Fettläppchen Neubildung trifft. Sie zu finden, ist Sache längeren Suchens und Probirens; denn es geschieht der Fettansatz zur Zeit immer nur an vereinzelten Heerden, d. h. von einzelnen Gefässen aus. An neun von zehn Präparaten kann man enttäuscht sein, nur fertige, grosse Fettzellen und kleine, fettlose Bindegewebszellen daneben zu sehen. Ich will die zur Zeit fettproducirenden Stellen im Folgenden als Heerde der Fettanlage bezeichnen[1]).

Nehmen wir jetzt einen dieser productiven Heerde. — Zunächst ist es nicht richtig, dass die jungen Fettzellenformen um die Peripherie der Läppchen, und progressiv gegen das Centrum derselben zu geordnet liegen. Nur dort wo gerade Gefässe aus dem Lappen austreten, kann dies der Fall sein; sonst ist die Grenze des Letzteren gebildet von fertigen Zellen, und die jungen Formen finden sich stets an den Gefässen, welche durch den Lappen laufen — ich bitte dafür meine Fig. 14 zu vergleichen. — Eine grosse Masse der kleinen Fetttröpfchen, welche man beobachtet, liegt nun aber meistens — was weder von Czajewicz noch sonst irgend erwähnt ist — gar nicht in einzelnen kleineren Zellen, sondern befindet sich halbkugelförmig (im optischen Schnitt halbringförmig) angehäuft in der Wand der grossen, vollendeten Fettzellen (Fig. 12, 13 u. a. m.). Wir werden nachher den Schlüssel zum Verständniss dieser Erscheinung finden.

---

1) Das heerdweise Auftreten der Fettzellen ist bei Embryonen bereits von Czajewicz vermerkt worden (l. c. p. 305); er verwerthet es jedoch nur, um einen besonderen Entstehungsmodus des Fettgewebes beim Embryo, »aus eigenen besonders dazu bestimmten und sich vermehrenden Zellen« (vgl. oben Virchow, Entstehung aus Schleimgewebe), als wahrscheinlich hinzustellen; eine Auffassung, der ich mich durchaus nicht anschliessen kann und die ich unten zu widerlegen denke.

Vorher zu den isolirten, jungen Fettzellen selbst. — Ich muss bestreiten, dass irgendwelche Bindegewebszellen[1]) »in der Nähe des schon entwickelten Fettgewebes eine mehr regelmässig rundliche Form und schärfere Contouren annehmen«, und dass sie »weiterhin, bereits ganz erfüllt mit feinen Fetttröpfchen, eine deutliche Membran besitzen«, wie Cz. will. Es gibt hier, um das Fettläppchen wie in demselben, dieselben fixen und freien Zellen wie überall im Bindegewebe zu beobachten; die ersteren zeigen in der Nähe der Fettanlagen keineswegs rundlichere Formen wie irgendwo anders, die letzteren erscheinen überall rundlich. Von Membranen — welche Cz. allen Bindegewebszellen zuschreibt — ist an beiden nichts wahrzunehmen, so wenig wie — um vorzugreifen — an den mit Fetttropfen gefüllten. Auch bei $\bar{A}$-zusatz (Fig. 11) erhalten die Wanderzellen keine prononcirte Kapselschicht, die man so deuten könnte: die Körnchen, die sie enthalten, ballen sich nur grösstentheils im Centrum zusammen, ein kleinerer Theil derselben legt sich in die Peripherie (Fig. 18 f), so dass dadurch im optischen Querschnitt der oberflächliche Eindruck einer Membran entstehen kann; die Körnchen prominiren aber z. Th. über den Umfang (vgl. Fig.) und wo keine liegen, erscheint der Contour nicht einmal scharf. — Die fixen Zellen zeigen auf $\bar{A}$ noch weniger eine Spur von Membran. Ihr Körper und ihre Platte, vorher blass, werden auch nach der Säurewirkung nicht viel deutlicher, nur der Kern bekommt sehr dunkeln Contour, scheint dabei zu quellen und zeigt mehrere Körnchen.

Die Wanderzellen scheinen im Bindegewebe des jungen und des fettbildenden Thieres immer besonders zahlreich vorhanden zu sein, und grade vorwiegend zahlreich an den Fettanlagen. Sie finden sich reichlicher in der Umgebung der Blutgefässe, als abseits davon im gefässlosen Zwischengewebe. Oft liegen mehrere in kleinen Häufchen beisammen — was vielleicht Anlass zu der Angabe Czajewicz's geworden sein mag, dass »die Bindegewebszellen oft epithelartig aneinandergeordnet lägen«. Sie sehen ganz aus wie die grösseren unter den farblosen Blutzellen, sind wie diese theils fein, theils grob granulirt, mit unscharf begrenztem Kern, und zeigen auf dem geheizten Tisch zum Theil Kriechbewegungen; im erkal-

---

1) Ich bezeichne im Folgenden stets die beiden verschiedenen Zellenarten als fixe und als freie oder Wanderzellen.

teten Object erscheinen alle rundlich. In der Grösse differiren sie nicht sehr und gehen kaum über den Durchmesser der grössten farblosen Blutzellen hinaus.

Hie und da im Gewebe sieht man nun kleine freie Fettkörnchen, von denen sich bei dieser Präparationsweise natürlich nicht sagen lässt, ob sie beim Herausschneiden des fetthaltigen Gewebes über das Präparat gesprengt, oder ob sie vorher darin waren. Man findet aber ferner — und ich bestätige darin eine sehr richtige Beobachtung von Czajewicz (s. o.), dass sowohl an den Fettanlagen als überall abseits davon die Zellen, fixe und freie, einzelne kleine glänzende Körnchen enthalten oder mit solchen beschlagen sind; ich sprach davon schon oben und halte diese Körner selbst für Fett. So sehen aber, wie gesagt, alle Zellen hier aus; von diesen kleinen Körnern existiren keine Uebergänge zu stärkerer Fettfüllung.

Während also in der Umgebung der Fettanlagen die beiden Zellenarten, fixe und freie, sich ganz verhalten wie ihre Genossen im umliegenden fettlosen Gewebe, weder grösseren Reichthum an Körnchen, noch grössere Dimensionen wie jene, noch sonst Uebergangsformen bieten; während also jener centripetale Fortschritt von Uebergangsformen, der in Czajewicz's Schilderung so anschaulich erscheint, durchaus nicht zu beobachten ist — trifft man hie und da, dort wo ein Gefäss in den Fettlappen ein- oder heraustritt, besonders aber innerhalb des Lappens neben den Wänden der Gefässe, wirkliche junge Fettzellen. Sie sind nicht rund, sie haben keine Membran; sie präsentiren sich auf den ersten Blick nur als Ansammlungen von Tröpfchen zweifellosen Fettes, welche sehr wechselnde Zahl und Grösse haben; diese Häufchen (Fig. 12, 13, 18) sind von eckiger, polygonaler, walziger oder spindeliger Gestalt — natürlich wurde das constatirt an Präparaten, wo Anordnung und Gestalt der nebenliegenden grossen Fettzellen und der Fibrillen die Garantie bot, dass keine etwa geübte Zerrung jene Zellen in die genannten Formen gebracht hatte. Das Protoplasma des Zellenkörpers, welches diese Fetttröpfchen einschliesst, lässt sich nun als blasse, mattglänzende Masse wohl erkennen (Fig. 12, 13); der Kern ist undeutlich umrandet und oft erst auf $\bar{A}$ kenntlich; einen schärferen Grenzcontour zeigt die Zelle nicht, geschweige denn eine Membran, und bekommt solche auch nicht nach Essigsäurezusatz. Die Zelle nimmt nach der Säurewirkung auch nicht eine

rundlichere Form an, sondern erscheint so eckig oder gestreckt wie zuvor.

Sehr vereinzelt trifft man dann auch, anscheinend wenigstens, runde oder rundliche Zellen mit Fetttröpfchen; meistens sind sie schon von bedeutender Grösse und ganz mit letzteren vollgestopft. Sie liegen immer nahe an Gefässwänden. — Die kleinsten unter den fetthaltigen, länglichen oder eckigen Zellen gehen in ihren Dimensionen wenig über die nebenliegenden fixen Bindegewebszellen hinaus. Die Zahl der Fetttropfen ist, wie gesagt, verschieden; in den kleineren Zellen findet sich oft nur einer oder wenige. Unter den grösseren, stärker gefüllten trifft man dann manche mit einem oder mehreren grossen, und mehreren kleineren Tropfen. Wo nur Tropfen über Mittelgrösse — wie beispielsweise in Fig. 17 a, 14 a b c e h — vorhanden sind, da ist dann auch die ganze Zelle schon meistens zu einer rundlichen Form ausgedehnt. Und oft sieht man endlich mehrere, schon mittelgrosse Tropfen zu einer rundlichen Masse zusammengedrängt.

Ich vermag nicht, auch in den Abbildungen, welche Czajewicz (l. c. T. IX Fig. 3, 4) geliefert hat, einen Ausdruck dessen zu finden, was ich beobachtet und eben geschildert habe. Cz. zeichnet alle jungen Fettzellen, treu dem Schema seiner Beschreibung, rund oder elliptisch mit deutlichem Kern, scharfem Membrancontour und gleichmässig erfüllt mit kleinen Fetttröpfchen; nur einige derselben (in Fig. 4) machen der Wirklichkeit die leichte Concession, dass ihre Contoure etwas buchtig gehalten sind. Uebergänge von seinen mit feinen Tropfen gefüllten Zellen zu den fertigen Fettzellen stellt Cz. nicht dar und scheint demnach anzunehmen, dass die kleinen Tröpfchen sehr rasch confluiren.

Wer mit Hinblick auf die Angaben der Autoren, dass kleine, runde Zellen die Vorstufen der Fettzellen bilden sollen, und auf die Menge der Wanderzellen an den fettbildenden Heerden, zu dem Glauben kam, dass diese Wanderzellen die wesentliche Rolle bei der Fettanlage spielen: dem konnten die eben beschriebenen Bilder des frischen Gewebes lange Zeit Noth machen, so wie es mir geschah. Ich hoffte von den Wanderzellen aus Uebergangsformen zu finden: und nun waren die ersteren alle rundlich, die jungen, schon fetthaltigen Zellen nicht; erstere waren ohne Abstufung viel kleiner wie letztere; etwaige Uebergänge von den feinen Körnungen der ersten zu den unzweifelhaften Fetttröpfchen der letzten, wollten sich durch-

aus nicht finden; die wenigen Formen, die man als solche deuten konnte, standen in allzu verschwindender Minorität. Konnten die unregelmässig gestalteten jungen Fettzellen nicht dennoch immer Abänderungen der Wanderzellen sein? Ich suchte nach Charakteren. Ich probirte die Farbstofffütterung, indem ich bei gemästeten Thieren vielfache Injectionen von gefälltem Anilinblau in die Jugularvene machte. Oefter fand ich Farbstoff in den Wanderzellen, niemals mit Sicherheit in den fettkörnchenhaltigen, oder gar in fertigen Fettzellen. — Ich versuchte die fetthaltigen Elemente auf dem geheizten Tisch zum Kriechen zu bringen; niemals konnte ich an ihnen Formänderungen beobachten. Um bessere Chancen zu haben, wandte ich mich zu den Kaltblütern.

Amphibien sind für diesen Zweck weniger geeignet. Die Frösche, und noch mehr die Kröten, besitzen zwar entgegen einer gewöhnlichen Annahme subcutanes Fett, am Rücken, namentlich in der Umgebung der Lymphherzen, und auch der Fettkörper des Abdomens könnte zur Untersuchung einladen; sie sind aber absolut nicht willkürlich zu mästen, alle Versuche natürlicher wie künstlicher Fütterung schlugen fehl, und die Jahreszeit im Sommer, wo sie spontan Fett bilden, scheint sehr zu variiren. Desto mehr Glück hatte ich mit den Fischen.

Zwar ist es mir auch nie gelungen, einen Fisch in der Gefangenschaft zu irgend reichlichem Fressen zu bringen; aber wenn man junge Thiere im Frühling fängt, zu einer Zeit, wo sie immer in reichlicher Nahrungsaufnahme sind, so darf man sicher sein, stets Fettproduction zu finden. Sie müssen aber frisch untersucht werden und man thut am Besten, junge etwa fingerlange Plötzen, Barsche oder Stichlinge, frisch mit dem Senknetz gefangen, zu verarbeiten; eine nur halbtägige Gefangenschaft kann schon den Fettschwund einleiten und um ein Specimen von solchem zu haben, braucht man nur eine Plötze etwa drei Tage im Glas zu halten. Die vorzüglichste Stelle, um das Fett bei Fischen bequem mikroskopisch zu beobachten, ist jedenfalls das Bauchfell, die parietale Platte sowie der Ueberzug der Schwimmblase. Man sperrt die geöffnete Bauchhöhle mit Haken auseinander, umschneidet ein Stück Bauchfell mit der Scheere, zieht es schonend ab und breitet es flach aus, was freilich einige Mühe und Vorsicht verlangt. Für die Erhaltung der Ausbreitung ist das Auflegen eines Deckglases vortheilhaft, das wegen der Zartheit des Gewebes leicht gestützt werden muss; fri-

sches Jodserum scheint mir als Zusatzflüssigkeit am empfehlenswerthesten; in demselben und durch einen Oelwall vor dem Verdunsten geschützt, bleibt das Object halbe Tage lang ungeändert und seine Zellen bewegungsfähig.

Die Bauchfellplatte (Fig. 13 a) ist dünn, hat sehr zarte Fibrillen, ein wasserklares Endothel, von dem frisch nur blasse Kerne zu sehen sind, und besitzt deshalb eine ziemliche Durchsichtigkeit. Ausser den prachtvollen, mächtigen Pigmentzellen, die mit ihren Ausläufern vielfach zusammenhangen, und den Fettzellenhaufen sieht man darin mit grosser Klarheit Verästelungen der Blutgefässe; vor Allem aber wird der Blick gefesselt durch die Wanderzellen, an welchen überhaupt das Bindegewebe der Fische besonders reich ist und für deren Beobachtung eben das Bauchfell derselben eins der schönsten, mir bekannten Objecte abgibt. Ihre Substanz ist, sowohl bei den körnchenlosen als den granulirten Formen, bei Fischen sehr stark lichtbrechend, und so treten sie hier in der blassen Gewebsplatte scharf hervor. Um so weniger ist das leider bei den fixen Zellen der Fall, welche frisch schwer sichtbar, nur als ganz mattglänzende, längliche oder unregelmässig geformte, schlechtbegrenzte Körper sich darbieten, und erst mit Hülfe der Färbung genauer studirt werden können.

Die Wanderzellen kriechen grossentheils, unter den abenteuerlichsten Formveränderungen, mit solcher Lebhaftigkeit, dass man gar kein Zeichnen nöthig hat, um dem Vorgang zu folgen. Sie zeigen sich in jedem Sehfeld, namentlich in der Nähe der Gefässe, und stets in Menge auch da, wo solche von Läppchen jungen Fettes umgeben sind. Das Object ist also für unsern Zweck sehr günstig.

Aber wieder stösst man auf dasselbe beirrende Bild, dem wir schon beim Warmblüter begegneten. Wo kleinere Fetttröpfchen einzeln oder in Anhäufungen zu sehen sind, liegen sie *nicht* in Wanderzellen oder nur solchen, welche diesen ähnlich wären. Die Zellen, welche dieses Fett beherbergen (Fig. 13), sind noch schlechter wahrzunehmen als beim Säugethier: von scharfen Contouren keine Spur, vom Kern meist nur die Andeutung. Wieder haben hier diese fetthaltigen Zellen jene unregelmässigen, länglichen, verzogenen Formen (Fig. 13 am Gefäss), die ich schon oben beschrieben; erst wo ihre Anhäufungen grösser sind, erscheinen sie rundlich. Ausserdem liegt wieder viel feinkörniges Fett in Häufchen oder Halbmonden dicht neben den Tropfen der grossen, vollen Fett-

zellen, und oft auch hier, wie beim Warmblüter, bilden mehrere mittelgrosse Tropfen einen rundlichen Ballen, der an Mächtigkeit einer vollen Fettzelle fast gleichkommt.

Nur zwei Mal unter mehr als 30 Fischen, deren junges Fett ich untersuchte, habe ich je eine Wanderzelle entdeckt, die ein zweifelloses Fetttröpfchen enthielt. Die eine (Fig. 13 c), lebhaft kriechend, liess es nach kurzer Zeit wieder von sich. Beide Mal hatte das Präparat schon längere Zeit unter dem Mikroskop gelegen — bei der Präparation wird nothwendig eine Menge kleiner Fetttröpfchen über das Object verstreut, und es ist das Wahrscheinlichste, dass das Fett so erst nach der Präparation von den Zellen gefressen worden war. — Diese Wanderzellen der Fische sind meist sehr hellglänzend und grobkörnig. Ich habe mich lange gefragt, ob diese Körnchen nicht Fett sein könnten, ob vielleicht dann durch ganz plötzliches Confluiren solcher feinsten Tropfen die grösseren unzweifelhaften entstehen. Das ist jedoch zu verneinen. Im Anfang habe ich vielfach Osmiumsäure angewandt, um feinvertheiltes Fett zu kennzeichnen: die kleinsten Tröpfchen färben sich darin zwar, wie bekannt, kaum merklich, aber wo sie in grösseren Häufchen zusammenliegen, bekommt das Ganze nachher einen sehr characteristisch bräunlichen Ton. Das ist nun bei diesen grobkörnigen Zellen nie der Fall: sie bleiben nach der Osmiumwirkung grau wie zuvor. Ausserdem kann man das Object mit absolutem Alkohol behandeln, so lange bis sich die Tropfen der grossen Fettzellen ganz gelöst haben: und doch findet man die Wanderzellen, wenn auch in geschrumpfter Form, so körnchenhaltig wie vorher (Fig. 18 f. Ich nehme auf diese Darstellung mit Alkohol behandelter Warmblüterzellen Bezug, da ihr Verhalten in dieser Hinsicht ganz das gleiche ist). Die Körner ballen sich hierbei nur um den Kern und anderntheils am Umfang der Zelle zusammen, ähnlich wie nach Essigsäurezusatz.

Färbt man nun solche Objecte, nach längerem Durchziehen eines Stromes von Chromkalilösung, mit Carmin oder weit besser mit Picrocarmin, welches die Tinction des frischen Gewebes gestattet: so treten die Zellenkörper, welche das zweifellose feinkörnige Fett enthalten, besser hervor (Fig. 13 b) und man erkennt an ihnen eine solche Uebereinstimmung mit den übrigen, spindel- oder sternförmig erscheinenden fixen Zellen, dass man schon dadurch fast zu

der Annahme gedrängt wird: es sind diese vorwiegend oder allein, von denen die Fettzelle ihren Ausgang nimmt.

Kehren wir nun ebenfalls mit anderen Methoden zu der Fettentwickelung beim Säugethier zurück. Um hier die Zellen in situ zu isoliren und kenntlich zu machen, ist das schönste Mittel wieder das künstliche Oedem des subcutanen Gewebes durch Leiminjection mit nachfolgender Färbung. In dem erstarrten Leimtumor sieht schon das blosse Auge die feinsten Fettläppchen suspendirt und man kann mit Auswahl die Schnitte durch die jüngsten — am Weitesten in das gefässlose Bindegewebe vorgerückten — derselben legen. Den einen Nachtheil hat die Methode, dass einmal durch die Untersuchung in Glycerin, dann wie es scheint auch durch die Pikrinsäurewirkung das Fett weit mattglänzender, und seine feineren Körnchen darum weniger hervorstechend werden. Doch ist durch etwas höhere Einstellung auch an solchen noch hinreichend characteristischer Glanz zu erzielen. — Je frischer angefertigt das Präparat, desto geringer ist dieser Uebelstand. An vielen solchen Schnitten wird man nun allerdings doch die Enttäuschung erleben, nur fertige vollgefüllte Fettzellen zu erblicken; doch bei sicher gemästeten Thieren, bei Säuglingen und bei Embryonen wird man immer bald auf ein Läppchen stossen, welches bei der Tödtung des Thieres gerade in der Fettanlage begriffen war. Solche Bilder sind in Fig. 14, 16 und 19 (gemästetes Thier), Fig. 15 (Säugling) und Fig. 17 (Embryo aus späterem Stadium) dargestellt.

Sie können lehren, wie viel die schonende Isolirung durch Oedem und die Färbung der Zellen werth ist. Auf den ersten Blick springt es in die Augen, dass die neuen jungen Fettzellenformen fast allein ausgehen von den fixen Zellen, und immer von solchen, welche der Gefässwand nahe oder unmittelbar anliegen. Die hier befindlichen Zellen erscheinen zunächst grossentheils körniger, und durch das Carmin stärker gefärbt als die seitabliegenden. In vielen derselben bemerkt man neben dem Kern, in ihrem dickeren, protoplasmatischen Theil, eins, zwei oder mehrere kleine Fetttröpfchen, in andern ein bis mehrere grössere, oft noch mit kleinen daneben; während die Platte der Zelle und deren dünne Ausläufer noch ganz so erhalten sind, wie an den fettlosen oder nur mit kleinsten Körnchen behafteten Zellen abseits vom Gefässe (Fig. 15, 16, 22). Das Fett tritt immer in jenem dickeren Theil auf, nicht in der Platte. Wo die Fetttropfen schon grösser sind (einige Zellen in 15, 16) zeigen

sich die Ausläufer und überhaupt die Platte wie im Verschwinden und ein grosser Theil davon scheint bei dem Vorgang immer ganz unterzugehen; doch hängen viele der schon runden Fettzellen noch durch Ausläufer an anderen oder an der Gefässwand an.

Die unregelmässig gestalteten, blassen und schlecht begrenzten Zellenkörper, welche wir am frischen Gewebe als fetthaltige antrafen, erklären sich nun sehr einfach: es sind alles fixe Zellen, und dass man das Detail ihrer Form am frischen Object nicht erkennen konnte, wird nach dem, was oben über die Bindegewebszellen gesagt ist, nicht Wunder nehmen.

Hie und da stösst man hier auf fixe Zellen, — fettlose sowohl wie fetthaltige — mit zwei oder selbst drei Kernen (Fig. 15, 17), in denen man wohl kaum umhin kann, Theilungsformen zu sehen.

Weit mehr als an alles dies wird aber zunächst das Interesse gebannt an die Formen vieler der grösseren, schon gefüllten Fettzellen, welche neben den Gefässen frei und schön isolirt in der Leimmasse schweben. — Leydig gibt in seinem Lehrb. d. Histol. p. 26 an, dass er bei Fischen (Stör) und Vögeln eine eigenthümliche Form von maulbeerförmigen Fettzellen fand, nicht mit einem grossen, sondern mit mehreren dichtgedrängten, mittelgrossen Tropfen gefüllt. Solche Formen finde ich nun überall, wo Fettneubildung im Gange war: bei Fischen und Vögeln, wie beim Kaninchen, Hund, Meerschwein und Kätzchen. Es sind dies Vergrösserungs- und Vermehrungsformen der schon gebildeten Fettzellen. Einmal können sie entstehen, indem in den fettaufnehmenden fixen Zellen nicht einer, sondern mehrere Tropfen durch Confluxion sich bilden und im Weiterwachsen getrennt bleiben. Sodann aber bilden sich solche Formen auch, und sehr vielfach, von den schon gefüllten runden Fettzellen aus. Viele derselben (vgl. die Bilder) weisen neben dem alten Tropfen, in ihrer Wand oder besser in der Hohlkugel von Protoplasma, welche jenen umspannt, eine Menge kleinerer auf — es sind das die Halbmonde feinkörnigen Fettes, die ich oben beim frischen Gewebe an den grossen Fettzellen notirte —; indem diese feineren Tropfen zu einem, resp. mehreren grösseren confluiren, können ebenfalls jene Maulbeerformen zu Stande kommen.

Diese Erklärung der betreffenden Bilder ist insofern gerechtfertigt, als man alle von ihr postulirten Uebergangsformen in Menge antrifft. Sie dünkt mir auch viel wahrscheinlicher als die Annahme,

dass diese Formen durch einen activen Abschnürungsprocess zu Stande kommen sollten. Das Vermögen zu einer derartigen Abschnürung kann man den dünnen Protoplasmahohlkugeln, welche die vollen Fettzellen umgeben, kaum mehr zutrauen. Wenn darum die Angabe Förster's über das Vorkommen eingeschnürter Fettzellen bei pathologischer Fettneubildung durch das Obige bestätigt wird, so kann ich doch nicht wie dieser Autor annehmen, dass alle dieselben einen »Zellenvermehrungsprocess« darstellen. Das gewöhnliche Schicksal dieser Formen scheint mir durchaus dies zu sein, dass die trennenden Protoplasmawände immer mehr verdünnt werden, das Fett confluirt und die anfangs noch knollig gestaltete Zelle allmählig zur runden ausgedehnt wird. Die hierbei zu durchlaufenden Uebergangsformen, die man eben in ausserordentlicher Zahl beobachtet, sind in Fig. 14 a b f g h i dargestellt. Doch ich muss glauben, dass dieser Vorgang in der That ab und an zu einer wirklichen Zellenvermehrung abarten kann. Man sieht nämlich zuweilen knollige und maulbeerförmige Zellen mit zwei oder drei Kernen (Fig. 14 α, β, γ), welche öfter (Fig. 14 α) noch zusammenliegen, als ob sie sich eben getrennt hätten[1]; und weiter andere Bilder (Fig. 14 δ), wo zwei kernhaltige runde Fettzellen noch mit einer Stelle ihrer Wand dicht zusammenhangen. — Ich glaube also, dass die Abschnürung durchaus eine passive ist, bedingt durch neu in der Zellenwand auftretende Fetttropfen; dass aber, wenn um diese Zeit — aus hier nicht zu erörternden Gründen — eine Kerntheilung[2]) in der Zelle eintritt, der Process auch zu einer Zellentheilung ausschlagen kann.

Alle diese Formen, ebenso wie die kleineren unter den vollen runden Fettzellen und die fetthaltigen fixen Zellen, finden sich

---

1) Fettzellen mit zwei und mehr Kernen sind überhaupt keine Seltenheit, übrigens nicht bloss bei Fettneubildung zu beobachten: ich zeichne in Fig. 34 und 35 ein paar Beispiele davon aus atrophischem Fett der Kaltblüter.

2) Dass hier immer der alte Kern sich theilt, nicht etwa frei ein neuer auftritt, scheint mir zweifellos. Man beobachtet (hier bei der Fettneubildung) sehr selten Bilder, welche zwei Kerne je an entgegengesetzten Enden einer noch ungetheilten Zelle zeigen. Was man so deuten könnte, ergibt sich bei stärkerer Vergrösserung meist als Trugbild — man sollte solche Verhältnisse stets mit Immersionslinsen controliren. — Natürlich müssen die Kerne beim Weiterwachsen der Fetttropfen allmählich auseinandergerückt werden.

immer mehr mitten im Läppchen an der Wand durchtretender Gefässe, während die älteren fertigen Formen in der Peripherie desselben liegen.

Die zahlreichen, bei dieser Behandlung alle runden oder rundlichen Wanderzellen sind nun fast alle fettlos. Nur sehr ausnahmsweise trifft man nahe den Gefässen solche, die unzweifelhafte kleinere Fetttröpfchen enthalten, oder hie und da eine ganz runde, ausläuferlose schon stärker fetthaltige junge Form (Fig. 19 f), von der sich wenigstens nicht sicher sagen lässt, ob sie nicht aus einer runden Zelle entstanden ist. — Uebergangsformen von Wanderzellen zu fixen Zellen wage ich nicht zu constatiren. Dagegen führe ich an, dass man zahlreiche, wirklich freie Kerne (17 k) trifft, an denen keine Spur von Protoplasma zu bemerken ist, und von diesen verschiedene Uebergänge zu den grösseren Wanderzellen. Endlich finden sich runde Zellen mit abgeschnürten und mit zwei Kernen, und hie und da zwei Zellen aneinanderhängend (Fig. 17).

Zweifellos wird es nun an solchem Präparat, dass feinkörniges freies Fett hier im Gewebe vorkommt. An eine Verunreinigung ist dabei nicht zu denken: Wenn man einen nicht ganz dünnen Schnitt aus dem Leimtumor nimmt und auf dessen Mitte einstellt, wo die Theile also ganz in situ in der Leimmasse eingebettet sind: so sieht man in ziemlicher Anzahl die Körnchen theils frei, theils Fibrillen oder Zellen anliegen [1]). Abseits von den Fettheerden trifft man ebenfalls Körnchen, aber sehr viel seltener. In etwa kommt hiebei in Betracht, dass das gefässlose Zwischengewebe durch die Injection auch stärker auseinanderpräparirt ist, als diejenigen Stellen, wo die Blutgefässe den Fibrillen mehr Halt gaben.

Die Blutgefässe sind durch die Pikrocarminfärbung so schön wie durch Injection markirt. Man sieht, dass überall an den Fett-

---

1) Es gibt dies zugleich ein gutes Kriterium, wie schön der Situs aller Theile bei diesen Injectionen, natürlich wenn sie vorsichtig und langsam ausgeführt wurden, gewahrt bleibt. Wenn man annehmen wollte, dass bewegliche Elemente, wie Wanderzellen und gar kleine Fettkörner, durch die Injection vom Platz verdrängt werden könnten, so müsste man sie demnach immer an der Peripherie des Leimtumors angehäuft erwarten. Statt dessen scheint Alles liegen zu bleiben wie es vorher lag. Wenn man z. B. ein Gewebe injicirt, das man vorher durch künstliche Entzündung mit Eiterzellen vollgestopft hat, so findet man diese nachher völlig gleichmässig vertheilt durch den Leimtumor.

anlagen, und zwar sowohl vor ihnen aus, als zwischen die schon gebildeten Fetthaufen hinein, eine starke Capillarenwucherung vor sich geht. An den Wänden dieser Capillaren kommt es ebenfalls hie und da, wie an den grösseren Stämmen, zur Bildung neuer Fettzellen aus fixen Zellen und zu neuer Fetteinlagerung in die alten.

Ich nannte oben die Wand der vollendeten jungen Fettzelle eine Protoplasmahohlkugel, nicht eine Membran. Um dies zu bestätigen, gibt es ein schönes Mittel: die künstliche Entzündung des jungen Fettgewebes, am Bequemsten durch subcutane Injection von Jodkaliumlösung, Tödtung nach etwa 24 Stunden und Leim-Pikrocarminbehandlung w. o. — Es tritt bei solcher Entzündung fast regelmässig (bei säugenden Kaninchen wenigstens) ein rascher Schwund der Fetttropfen ein; dieselben erscheinen kleiner als auf der nicht entzündeten Seite desselben Thieres, und man sieht nun, dass um den verkleinerten Fetttropfen her keineswegs eine dünne Membran, sondern ein breiter, gleichmässig roth gefärbter Protoplasmaring sich ausspannt. Dieser Ring erscheint gleichmässig gefärbt und körnig, er selbst hat keineswegs eine besonders erkennbare, abgesetzte Rindenschicht. — Noch bemerkenswerther fast scheint mir ein anderes Bild, welches diese Methode zeigt: es ergibt sich, als ob die eben gebildete Fettzelle, wenn der ausdehnende Tropfen darin schwindet, Neigung hat ihre alte Gestalt wieder anzunehmen: die längliche, unregelmässige Form der fixen Zelle, wenn auch deren Platte und Ausläufer dann gewöhnlich nicht mehr existiren. Man findet nämlich bei solchem entzündlichen Fettschwund zahlreiche walzen- und spindelförmige (z. B. Fig. 36 r — ich zeichne nicht mehr, weil sie fast ganz aussehen wie viele progressive Fettzellen, z. B. Fig. 19 r u. a.), eckige Zellen, etwas grösser als die protoplasmatischen Mitteltheile der fixen Bindegewebszellen, manchmal noch mit Ausläufern, mit einem mittelgrossen oder kleinen Fetttropfen. Wenn die Autorschaft der fixen Zelle bei der Fettgewebsbildung noch eine Fürsprache brauchte, würde solche hierin zu finden sein.

Die Fig. 17, welche einen Fettanlageheerd von einem ca. 12-zölligen Schafembryo darstellt, konnte ich bei dieser Beschreibung ruhig mit unterlaufen lassen. Sie differirt von den Bildern des erwachsenen Gewebes, wie man sieht, nur dadurch, dass die fixen Zellen noch stark sternförmig verästelt und sehr anastomosenreich

und dass die Capillarensprossungen in besonders mächtiger Entwickelung sind.

Ich habe nun noch einen Ort des Körpers zu besprechen, an welchem die Fettbildung Eigenthümlichkeiten hat: das Mesenterium. Dass auch hier die Gefässadventitien der Ort der Fettanlage sind, wurde schon besprochen. Auffallend ist nur der colossale Zellenreichthum dieser Adventitien, sowohl an fixen Zellen als an massenhaft dazwischengestreuten rundlichen Elementen. Dies findet man nicht bloss an den Stellen, wo schon Fett auftritt, überhaupt nicht bloss bei gutgenährten fettbildenden Thieren, sondern bei allen, jungen wie älteren. Diese Zellenanhäufung zeigt bei Embryonen und jungen Thieren an einigen Stellen eine ganz eigenthümliche Form. Beim Kaninchen und Meerschwein nämlich gewahrt man in diesen Stadien am Omentum ganz unregelmässig verstreute, rundliche oder ovale dichte Haufen von Zellen, die schon makroskopisch den Eindruck dunklerer Fleckchen machen (Fig. 10). Sie erinnern auf den ersten Blick fast an die Entwicklungsformen Pacini'scher Körper bei der Katze, welche P. Michelson in diesem Archiv (Bd. V. H. 1) beschrieben hat. Doch kann man sie in solche Beziehung nicht bringen; denn erstens kommen bei erwachsenen Thieren dieser Arten keine Pacini'schen Körper vor, — ich fand auch beim $1^1/_2$-jährigen Meerschwein jene Dinge noch ganz wie bei Embryonen — sodann ist nichts Nervenartiges daran zu bemerken, das ganze Häufchen besteht aus einer Masse von gewöhnlichen fixen und von runden Zellen; und endlich, in der Mitte solcher Haufen treten nun Fettzellen auf. Das Ganze ist übrigens nichts Anderes, als ebenfalls eine Auftreibung der Adventitia eines kleineren Gefässes, ein solches oder mehrere sieht man immer zu dem Haufen und durch denselben treten, und neben ihm, d. h. in der Mitte des Haufens, zeigen sich auch immer die ersten Fettzellen. Uebrigens pflegt die Fettbildung in den Adventitien der grösseren Gefässe schon längst vorgeschritten zu sein, ehe sie in diesen Zellenhaufen beginnt.

Die Zellen hier wie überhaupt in den Adventitien sind, wie gesagt, theils spindel- und sternförmige oder schon abgeplattete fixe, theils runde oder rundliche Zellen. Dass die grosse Zahl dieser Elemente wenigstens grossentheils in einer Zellenproliferation ihren Ursprung hat, kann kaum bezweifelt werden; denn man trifft, namentlich in jenen umschriebenen Haufen, zahlreiche Zellen mit abge-

schnürtem Kern, solche mit zwei Kernen, endlich Convolute mehrerer zum Theil sehr kleiner, dicht aneinandergedrängter Zellen, gleich als ob sie sich eben aus einer alten auseinandergefurcht hätten (Fig. 20). Da ich oben auch im subcutanen Bindegewebe Theilungsformen sowohl der fixen, als der freien Zellen notirt habe, so verliert damit der Zellenreichthum des Mesenterium viel von seiner Eigenthümlichkeit: wir haben es hier nur mit einer quantitativ stärkeren Zellenvermehrung zu thun.

In vielen dieser runden Zellen findet sich nun, wie die Fig. 20 α zeigt, Fetteinlagerung; und dadurch erklärt sich wohl, dass Rollett grade durch Befunde am Mesenterium zu dem Ausspruch kam: man sehe als erste Vorstufe der Fettzellen kleine, runde, körnige Zellen. So wenig allgemeine Geltung ich aber nach allem Gesagten diesem Ausspruch einräumen kann, so wenig kann er auch nur hier am Mesenterium das alleinige oder regelmässige Vorkommniss genannt werden. Es ist wie gesagt nicht leicht, in diesem Gewirr dicht zusammenliegender Zellen die feineren Formen der einzelnen zu erkennen; aber an ganz frischen, an Osmium- und besonders an Pikrocarminpräparaten constatirt man völlig sicher, dass ebensowohl in spindelförmigen und verästelten (Embryo) oder platten Zellen (geborenes Thier), also dass auch hier in fixen Zellen massenhaft Fetteinlagerung vorkommt; ich verweise dafür auf Fig. 20 β und δ.

Auch hier finden sich bei säugenden und gemästeten Thieren überall, auch entfernt von den Gefässen, einzelne kleinste Fettkörnchen in und an sämmtlichen Zellen, wie auch frei im Gewebe; ebensowenig aber auch wie im subcutanen Stratum gibt es hier eine einzige stärker fetthaltige Zelle, eine wirkliche Uebergangsform zur Fettzelle, die nicht an einem Gefäss läge.

Die fernere Angabe von Czajewicz, dass bei gemästeten Thieren auch in den deckenden Endothelzellen (bei Cz. Epithelien) des Bauchfells feine Fettkörnchen vorkommen, habe ich bis jetzt nicht bestätigen können. Weder am frischen Endothel noch am versilberten, das noch schärfere Controle erlaubt, gelang es mir, am Kern oder in der Mitte dieser Zellen solche Körnchen zu entdecken (Fig. 20 γ).

Noch ein anderer Ort der Fettbildung muss uns jetzt beschäftigen: das Knochenmark. Das Bindegewebe desselben ist bekanntlich nur ein spärliches, seine Gefässe sehr zartwandig, sein

Reichthum an rundlichen lymphoiden Zellen äusserst gross; und grade für diesen Ort findet sich angegeben (vgl. Frey a. a. O. p. 294), dass die Bildung der Fettzellen von runden Zellen aus erfolge. Wiederum muss ich das Gegentheil als die überwiegend häufige, wenn nicht alleinige Norm hinstellen, nach allen Erfahrungen, die ich am Knochenmark junger Kaninchen gemacht habe. — Ich kann dafür auf das Bild der Fig. 18 hinweisen, welches mir regelmässig bei jungen fetten Thieren aufstiess. Wieder sieht man, am frischen Object oder an Osmiumschnitten, unmittelbar oder nahe an der Wand der zarten Gefässe dieselben Formen fixer fetthaltiger Zellen, denen wir schon im subcutanen Gewebe begegneten; nur sind Contouren, Protoplasma und Kerne derselben noch schwerer wie dort sichtbar zwischen der Masse der überall lagernden rothen Blutkörper. Die Anordnungsform der Fetttröpfchen wird aber wohl keinen Zweifel lassen können. Die massenhaft eingestreuten lymphoiden Zellen sind zum grossen Theil sehr grobkörnig, aber wieder zeigt sich dasselbe wie bei den ähnlichen Kriechzellen der Fische: keine Lösung ihrer Körnchen in Alkohol und Aether (Fig. 18 f), keine Färbung derselben durch Osmiumsäure; während die Körnchen in jenen anderen, unregelmässig gestalteten Zellen durch dieses Reagens zu dunkelgelbbraunen Haufen zusammengeballt werden. — Ich muss also den Bildungsmodus der Fettzellen hier für ganz denselben halten wie im Subcutanstratum, obwohl ich natürlich nicht behaupten darf, dass eine Entstehung aus runden Zellen, wie sie Frey darstellt, im fötalen Knochenmark nicht vorkomme.

Es bleibt mir endlich noch die Fettentwicklung bei jüngern Embryonen zu besprechen. Wo man hier Fettzellen findet, ist das Gewebe immer bereits vascularisirt; und auch hier schliesst sich der Process, wie überall in läppchenförmigen Heerden auftretend, an die nächste Nähe der Gefässe. Bei Kalbsembryonen von ca. $3^1/_2$'' habe ich überhaupt noch kein Fett gefunden. — Es ist nun constante Regel, dass je kleiner der Embryo, desto kleiner die Fettzelle ist (vgl. auch Harting, Raspail, Frey p. 240): bei Rattenembryonen von $^5/_4$'', wo sich schon reichliche Fettanlage am Rücken und in der Inguinalfalte fand, zeigten die grössten runden, ganz mit Fett gefüllten Zellen wenig mehr Ausmaass wie etwa eine grössere Lymphzelle des erwachsenen Thieres. Die Zellen liegen hier so dicht, dass man für das Studium der Formen zur Isolation mit Jodserum, aus Chromkali- oder Osmiumpräparaten angewiesen

ist: Sie zeigt (Fig. 21 von einem 5zölligen Kalbsembryo), dass Zellen der verschiedensten Formen, spindelförmige wie auch rundliche und polygonale, die Anfangsstadien der Fettzellen bilden können. Man wird natürlich in diesen und vollends in den noch früheren Stadien, wo gewiss eine Menge runder Zellen noch zu gestreckten auswachsen, nicht sagen können, ob eine rundliche junge Fettzelle vorher die Geltung einer solchen runden embryonalen Bildungsform, oder die einer Wanderzelle gehabt hat.

Sichere Abschnürungs- und Vermehrungsformen fertiger, runder Fettzellen habe ich in diesen Stadien nicht angetroffen.

Es sei noch angefügt, dass ich bei Untersuchung des Grenzgewebes mehrerer Lipome ganz ähnliche Bilder bekommen habe, wie die, welche oben von der normalen subcutanen Fettentwicklung beschrieben wurden.

Auf denjenigen Process, welchen die Pathologie als »fettige Entartung« von der »Fettinfiltration« mit Recht unterscheidet, will ich in diesem Aufsatze nicht eingehen. Es handelt sich dort um eine chemische Metamorphose des Zellenleibes zu Fett, hier jedenfalls um eine Anhäufung oder Verarbeitung neuzugeführter Substanz. Als beste Illustration dieses Unterschiedes lässt sich das verfettende Knorpelgewebe marastischer Thiere anführen, ein Ort also, der von der Blutzufuhr nicht direct beeinflusst wird: Je grösser hier die Fetttropfen in der Zelle, desto verkommener erscheint die Zelle selbst, und es finden sich Bilder (wie man sie im Ohrknorpel marantischer Kaninchen z. B. öfter sieht), wo in der Knorpelzellenhöhle nur ein ansehnlicher Fetttropfen nebst einigen verstreuten Körnchen vorhanden, die Zelle völlig untergegangen erscheint.

Rückbildung der Fettzelle.

Diese untersuchte ich in ihren verschiedenen Stadien bei hungernden, besonders jungen Thieren: Kaninchen, Kätzchen, Hunden, Fröschen und Fischen, bei verschiedentlich erkrankten marantischen Thieren und Menschen, und endlich auf Grund künstlicher Entzündung des fetthaltigen Bindegewebes.

Als Hauptergebniss finde ich zu vermerken, dass die »serumhaltige Fettzelle« der Autoren nicht die endgültige Rückgangsform ist — wie das bisher fast allgemein angenommen zu sein scheint (vgl. die Citate zu Anfang dieser Arbeit) —: sondern dass

sie nur eine Zwischenform der regressiven Metamorphose darstellt, welche die Fettzelle bei der Abmagerung durchschreitet; und ich muss es, so auffallend es nach den bisherigen Ansichten klingen mag, vertreten, dass sie sich zurückbilden kann zu dem, was sie war: zu einer abgeplatteten fixen Bindegewebszelle.

Die Bedingungen des Schwundes herzustellen, ist nicht schwer. Das Fett in den vollen Zellen pflegt bei jungen Thieren (namentlich bei Fischen) bei gänzlicher oder theilweiser Nahrungsentziehung sehr rasch zu schwinden: und es ist gerade dieser Umstand, der für das Erforschen der Fettbildung die peinlichste Vorsicht auferlegt; denn ein säugendes Thier, das man nur einen Tag lang von der Mutter getrennt, selbst bei künstlicher Fütterung, ein Fisch, den man nur einen halben Tag gefangen gehalten, oder selbst der Embryo aus einem Schlachtthier, welches vielleicht vor dem Tode etwas gehungert hat, kann schon ausgesuchte Formen des Fettschwundes bieten. Und ich bekenne offen, dass ich in manchen Abbildungen der Autoren, welche Fettentwicklung darstellen, ein viel treueres Bild des Schwundes erkenne[1]), und dass ich deshalb, an der Beobachtungstreue derselben nicht zweifelnd, gern annehmen würde, dass sie Atrophie anstatt der Neubildung zum Object gehabt haben.

Die ersten Stadien des Schwundes stellen sich nun verschieden dar, je nach dem Alter der Fettzelle. Bei Zellen, welche schon länger in gefüllter Form bestanden haben, entsprechen sie den bisher von den Autoren beschriebenen Bildern: man kann sich solche leicht darstellen, wenn man nach Czajewicz' Vorgang mittelgrosse Kaninchen nur einen bis zwei Tage hungern lässt. Man sieht dann in vielen der Zellen den grossen Fetttropfen mehr oder weniger geschwunden, bei längerer Abmagerung bis zum völligen Verschwinden herab, und hat dann die runden, noch deutlich membranhaltigen, vielfach beschriebenen Serumzellen. Ob sie wirklich Flüssigkeit — »eine sehr feinkörnige Flüssigkeit«, wie Czajewicz will — enthalten, mag ich nicht entscheiden; doch färbt sich diese Substanz allerdings nicht durch Carmin und die Hülle fällt leicht zusammen.

---

1) So z. B. in den runden, membranhaltigen Fettzellen von Czajewicz (Fig. 3 und 4 l. c.); und in den Figg. 192 und 188 bei Frey, welche ganz identisch sind, während die eine die Entwicklung, die andere die Atrophie darstellt; meiner Ansicht nach entsprechen sie beide der Letzteren.

Es zeigt sich aber an ihnen noch einiges Eigenthümliche. Zunächst finden sich, wie es u. A. schon in Frey's mehrfach citirter Abbildung dargestellt ist, neben dem verkleinerten Fetttropfen — einer als grössester bleibt lange Zeit zurück — mehrere bis viele kleine in der Zelle (Fig. 23, 24, 25, 26). Sehr prägnant tritt dies Bild bei Fischen auf (Fig. 23); hier, wo die Zelle äusserst blass, ihr Contour meist unsichtbar ist, zeigen die Fettkörnchen den Umfang derselben genau an. Frey (auch Czajewicz) ist der Ansicht, dass diesem Verhalten »ein Zerfallen« der Fettkugel in mehrere Tröpfchen (l. c.) zu Grunde liege.

Ferner aber lässt sich bei fast allen diesen Zellen bemerken, dass ausser der blassen, vielleicht flüssigen Masse, welche die ganze Kugel füllt, noch ein Theil körniger, dunklerer Substanz meist neben dem Kern, und an die Hülle geballt vorhanden ist (Fig. 31 u. a.).

Ein anderes Bild gewährt der Schwund bei den jungen Formen, welche eben erst Fettzellen geworden waren, und bei den meisten solchen vom Embryo und Säugling überhaupt. Hier ist von einer Membran meistens nicht zu reden. Die Zellen entsprechen sonst ganz der Frey'schen Fig. 188 2, d, e, f, nur dass ich den Randcontour nicht so scharf zeichnen kann. Die ganze Zelle färbt sich intensiv mit Carmin. Von diesen zu etwas grösseren Zellen schreitend, sieht man alle Uebergänge zu Formen, wo in der Mitte, um den Fetttropfen her, sich eine grössere oder kleinere Höhle befindet, welche von dem dicken Ring der färbbaren Zellsubstanz umgeben ist (Fig. 33 a). — Die Entstehung der Membran durch allmähliche, passive Ausdehnung und Verhärtung des Protoplasma lässt sich kaum schöner illustriren, wie durch diese regressiven Formen. — Endlich finden sich nun bei solchem jungen, regressiv gemachten Fett viele Zellen mit Fetttropfen, welche nicht rundlich, sondern länglich, spindelförmig oder sonst vielgestaltig sind: es sind fixe Zellen, welche durch die Fetteinlagerung noch nicht, oder eben erst, ausgerundet waren und jetzt, bei der Atrophie, ihre alte Form noch theilweise wieder annehmen. Vielfach haben sie Ausläufer und hangen durch solche mit fixen Zellen (Fig. 33 b) oder untereinander zusammen. Man erzielt sie sehr schön mittelst Entzündung durch Injection Lugolscher Lösung: ich sprach davon schon oben.

Folgen wir dem Rückgangsprocess nun aber weiter, indem wir Thiere lange Zeit hindurch schlecht ernähren, oder indem wir er-

krankte untersuchen. Wir finden, dass die Fettzelle ihre erworbene und bisher bewahrte Membran wieder verliert.

Czajewicz, welcher das Fett ganz verhungerter Kaninchen (wie immer ohne Reagentien) untersuchte, gibt (p. 309) an, dass die serösen Zellen dann so blass werden, dass sie kaum sichtbar sind, und lässt es unentschieden, ob vielleicht die Zellen selbst resorbirt werden. — Die Bilder, welche ich bei stärkerem Marasmus gewöhnlich bekommen habe, sind andere und ich finde sie am frischen Gewebe (Fig. 26) fast eben so prägnant wie nach Pikrocarminfärbung (Fig. 27, 28).

Man stösst hier auf viele Uebergänge von grösseren, noch membranhaltigen Zellen mit Fetttropfen (Fig. 26 a), zu kleineren, nur feine Tröpfchen enthaltenden (26 b) — das Fett ist, wie lange bekannt, häufig stark gelb gefärbt und zwar um so gelber, je kleiner die Tropfen sind —; ferner zu solchen, die noch eine deutliche Hülle haben, wo der Inhalt aber lediglich körnig[1], kein Fett mehr darin ist. Zwischen diesem Inhalt und der Membran gibt es häufig einen Hohlraum: ersterer hat sich, um es so auszudrücken, von letzterer zurückgezogen (Fig. 33 c). Endlich sieht man nun zahlreiche Zellen (Fig. 27 a), um welche statt der Membran — ganz in demselben Umfang, welchen sie bei jenen anderen einnimmt — ein Kreis (d. h. im optischen Schnitt, in der That eine Hohlkugel) von Körnchen sich ausspannt, und zum Schluss andere, welche völlig membranlose, kernhaltige Körnchenhaufen darstellen (Fig. 26, 27, 28 u. 33) und nur zum Theil durch ihre Grösse, ihre häufige Abflachung und Streckung, sowie durch ihre characteristische Anordnung in den Capillarenmaschen von grobkörnigen Wanderzellen unterschieden sind.

Nicht immer, wie gesagt, erfolgt der Process so, dass sich das Protoplasma von der Hülle zurückzieht; oft (Fig. 32) hat man Bilder rundlicher oder eckiger Zellen, die einen noch mit scharfem, bei starker Vergrösserung doppeltem Randcontour, die nebenliegenden ohne solchen. Der Untergang der Hülle kann schon stattfinden, während noch Fettkörnchen in der Zelle sind; ich verweise dafür auf die Fig. 33 b und 32, 26. Bei letzterem Object war durch

---

1) Ich sage nicht: feinkörnig, denn diese Körnchen sind nach den gewöhnlichen histiologischen Begriffen immer noch recht grob — messbar, wie die Körnchen der oben besprochenen Wanderzellen, z. B. Fig. 18, 13.

Druck auf das Deckglas eine Zelle zum Auseinanderbersten gebracht worden, und die Rissstelle bei r zeigt wohl deutlich, dass hier keine Membran vorhanden, dass sogar der ganze ziemlich grosse Zellenkörper (die Vergrösserung betrug über 650) aus einer festweichen Masse bestand.

Ob die Membran durch Resorption oder durch körnigen Zerfall schwindet, will ich nicht entscheiden; die Körnchen, die man oft an ihrer Stelle (Fig. 27) sieht, können nichts beweisen, denn solche liegen sehr oft auch der noch erhaltenen Hülle an.

In Rindfleisch's Handb. der path. Gewebelehre (Fig. 24 p. 49) — es ist das die einzige bisherige Schilderung, in welcher ich diese Verhältnisse gewürdigt finde — ist atrophisches Fettgewebe dargestellt mit noch fetthaltigen, körnigen, membranlosen Zellen, deren einige längliche und spindelförmige Formen zeigen. Wenn auch R.s Ansicht über die Rückbildung aus den kurzen Worten seines Textes nicht ersichtlich ist, so darf ich sie nach der Figur wohl als mit der meinigen übereinstimmend annehmen und freue mich, jene als Stütze für meine Darstellungen citiren zu können.

Ich muss aber noch weiter gehen und behaupten, dass es an manchen Orten, z. B. bei Amphibien, zur Bildung einer wirklichen Membran der Fettzelle gar nicht kommt. Untersucht man bei Fröschen, die sich im Anfange der Abmagerung befinden, das frische subcutane Fett der Rückengegend (vgl. o.) oder das der Winterschlafdrüse (Fettkörper, welcher morphotisch ja dem fetthaltigen Mesenterium der Säuger parallel steht): so wird man um die grösseren Fetttropfen nur einen Ring von homogenem Protoplasma finden (Fig. 29, 35), öfter mit zwei Kernen, ohne irgend eine besondere Hülle, und man wird constatiren, dass viele derjenigen Zellen, welche kleinere Fettkugeln beherbergen, dieselben unregelmässigen, verzogenen Formen zeigen wie die fixen Bindegewebszellen des Frosches, dass sie oft sich zu ausgesprochenen Platten ausdehnen (Fig. 29). Die Zellen des Fettkörpers lassen sich auch durch Maceration in frischem Jodserum sehr schön isoliren und man wird an solchen Präparaten über ihre spindelförmigen und zackigen Formen, sowie über ihre Membranlosigkeit schwerlich in Zweifel bleiben. — Viele der regressiven Zellen findet man übrigens hier, wie an andern Orten rundlich (Fig. 30 r), auch noch in Stadien, wo das Fett grösstentheils oder ganz geschwunden ist: es kann ja auch nicht behauptet werden, dass jede Fettzelle in die Lage kommt, wieder zur fixen Binde-

gewebszelle zu werden, um so mehr, da man für einzelne derselben eine Entstehung aus Wanderzellen — nach dem oben Erörterten — für glaublich halten muss.

Bei pathologischem Fettschwund — bis jetzt nur bei diesem — habe ich manche eigenthümliche Bilder beobachtet. Zwischen Fettzellen, welche in den gewöhnlichen Anfangsstadien der Atrophie begriffen waren, zeigten sich ganz einzeln eingestreute Zellen, welche durchaus von einer dunkelgelben, feinkörnigen Masse zusammengesetzt wurden. Nach ihrer Grösse, ihrer Gestalt und Lagerung zwischen den Capillarenmaschen entsprachen diese Zellen (Fig. 25 z) sonst ganz den übrigen Fettzellen; und es fanden sich — was diese Deutung wohl sicher macht — in vielen derselben, wie in der gezeichneten, noch median gelegene Fetttropfen. Der Kern war nach Carminfärbung deutlich. Bis jetzt fand ich dieselben bei Kaninchen, die an Distomen gelitten hatten, im Mesenterium und bei Ratten, an welchen für andere Zwecke eine Gallengangs-Unterbindung ausgeführt war, im subcutanen Bindegewebe. Bei denselben Thieren zeigten sich ferner in den stärker atrophischen Fettzellen (Fig. 25 a) die kleineren, unregelmässig vertheilten Fettkörner von eckiger Gestalt, von eigenthümlich mattem Glanz, und wollten sich in Osmiumsäure nicht färben, während die grösseren Tropfen sich hierin ganz wie anderes Fett verhielten. Es ist mir darum zweifelhaft geworden, ob man jene Körner hier als wahres Fett betrachten kann; und es kann diese Beobachtung vielleicht einen Fingerzeig dafür geben, dass die feinen Fettkörner in den atrophischen Zellen nicht einem einfachen »Zerfall« des alten Tropfens ihre Entstehung verdanken.

Besondere Aufmerksamkeit verdient bei dem heutigen Stand der Entzündungsfrage die Angabe von Czajewicz, dass entzündlich gereizte Fettzellen in sich eine Zellenbrut erzeugen können, welche »wie ein Epithel« um den Fetttropfen her liegt. — Bei der vielfachen Opposition, die ich diesem Beobachter zu machen gezwungen war, freut es mich doppelt, diese seine Angabe, wenigstens ihrem Hauptwerthe nach, bestätigen zu können. Nach Entzündung des subcutanen Fettes bei jungen Kaninchen, durch eingebrachte Hollundermarkstückchen oder (auf Cz.s Weise) durch Jodinjection, bekam ich — auch, wie Cz., besonders etwa zwei Tage nach der

Operation — vielfach Fettzellen mit mehreren Kernen oder mit eingeschnürtem Kern zu Gesicht (Fig. 36). Gewöhnlich waren es die Formen, in denen sich der Fetttropfen schon verkleinert hatte — derselbe schwindet, wie oben gesagt wurde, schon in Folge der Entzündung, und es ist deshalb nicht nöthig, ihn, wie Cz. es that, erst durch vorhergehendes Hungernlassen zu verkleinern. Ich fand jedoch auch viele volle Fettzellen mit zwei Kernen (vgl. die Fig. 36 v). Wirkliche Zellen oder gar epithelartig geordnete in den Fettzellen zu constatiren, wie Czajewicz, ist mir noch nicht gelungen; die Zellen mit drei und mehr Kernen waren immerhin selten, auch vollständige Abschnürungsformen habe ich noch nicht beobachtet; doch gehen meine Prüfungen nicht über den zweiten Tag nach der Operation hinaus. Die entschiedenen Kerntheilungsformen, die man beobachtet, und der Umstand, dass um die Kerne keine besondere, durch Carmin stärker sich färbende Substanz zu sehen ist, machen es zum Mindesten nicht sehr wahrscheinlich, dass wir es hier nur mit in die Fettzellen eingewanderten Eiterzellen zu thun haben.

Zugleich erwähne ich, dass man an solchen Objecten auch sichere Formen von fettlosen fixen Zellen mit Kerntheilung antrifft (Fig. 36 f).

Ich will versuchen, die gewonnenen Resultate zu deuten. Es konnte festgestellt werden, dass die Bildung normaler Fettzellen aus Zellen des Bindegewebes erfolgt, die von den Zellen anderer, nicht fettbildender Orte desselben Gewebes in keiner Weise verschieden sind. Ich darf ebenso behaupten, dass die Fettzelle nach dem Schwinden ihres Inhalts im Stande ist, sich zu einer fixen Bindegewebszelle mit all ihren Characteren, wie sie es früher war, zurückzubilden. Ich konnte weiter nachweisen, dass das Auftreten von Fettzellen stets abhängig ist von der unmittelbaren Nähe einer Blutbahn. Daraus ergibt sich durchaus die Indentität von fixen Bindegewebs- und Fettzellen: jede der Ersteren, welche durch die Blutzufuhr die Bedingungen dazu erhält, kann Fettzelle werden: dies ist überhaupt der einzige Modus normaler Fettbildung. Ich muss darauf besonderes Gewicht legen, wenn auch die nahe Verwandtschaft beider Zellenarten, wie es die obigen Citate bezeugen, schon lange bekannt gewesen ist: denn Vieles in der bisherigen Literatur zeigt offenbar die Tendenz, die Fettzellen aus besonders

prädestinirten Elementen abzuleiten und demgemäss ein wirkliches »Fettgewebe« zu constatiren[1]). Nach einer älteren Angabe von Valentin[2]) gibt es bereits in frühen Embryonalstadien Haufen von »noch leeren Fettzellen« an der Planta. Frey (p. 240) nennt die jungen Fettzellen ansehnliche, kugelige Zellen. Nach Kölliker[3]) sind im Mesenterium junger Kätzchen die Fettläppchen in voller Grösse vorgebildet mit 0,01—0,02''' grossen schönen feinkörnigen Zellen, die in Zeit von 3—9 Tagen in wirkliche Fettzellen übergehen. Nach dem oben Erörterten kann ich mich dem nicht anschliessen. Wo ich bei jungen Thieren so angeordnete Zellenhaufen traf, waren es überall rückgängige Fettzellen. Die Grösse der von Kölliker beschriebenen Zellen entspricht ganz gut derjenigen der regressiven Zellen, welche ich — gerade auch vom Kätzchen — in Fig. 33 abbilde, und welche, wie das natürlich alles schon fertige und schwindende Fettgewebe thut, in deutlichen Läppchen angehäuft lagen. Sie entspricht aber nicht der weit geringern Grösse der progressiven Formen. Ich verweise auf das Seite 67 Ausgeführte und vermuthe wiederum, dass die Autoren völlig richtig gesehen haben, dass ihnen aber Fettatrophie und nicht Fettentwickelung vorgelegen hat.

Ebensowenig kann ich einer specifischen fötalen Fettgewebsentwickelung aus »Schleimgewebe« das Wort reden. Wenn man das gallertige — d. h. mucinhaltige, sehr flüssigkeits- und zellenreiche — Bindegewebe des Embryo Schleimgewebe nennen will, so lässt sich dagegen nichts einwenden; aber so verhält sich alles embryonale Bindegewebe und besonders charakterisirte Zellen für die Fettbildung gibt es darin nicht. Die Fettzellen entstehen in ihm, wie im erwachsenen Gewebe, an den Blutgefässen aus fixen, dort noch spindel- und sternförmigen Zellen; und wenn in den frühesten Stadien manche oder viele dieser Bildungszellen noch rund sind, so theilen sie diese Eigenschaft um die Zeit mit den meisten Embryonalzellen, welche diese Gestalt unzweifelhaft später noch ändern.

Bei jeder normalen Fettanlage sind es also, wie ich behaupten muss, fast ausschliesslich die fixen Zellen der Gefässadventitien oder

---

1) Ich habe den Ausdruck Fettgewebe deshalb absichtlich ganz vermieden.

2) Handb. d. Entwickl. 1835, p. 271.

3) Handb. d. Gewebel. 1863, p. 125.

beim Embryo »solche die es werden wollen« — und die alten Fettzellen, in welchen sich Fett ansammelt; wenn ich auch keinen Grund gegen die Annahme finde, dass jene ausnahmsweiseren, runden Formen jüngster Fettzellen, die ich oben erwähnte, aus lymphoiden Elementen (Wanderzellen) hervorgegangen sind.

Es ergibt sich damit, dass die Beobachtungen der pathologischen Anatomie (Virchow, Rindfleisch, v. Wittich, Förster, die Angabe von Frey über Fettzellenbildung im übermästeten Muskelbindegewebe [l. c.]) in der That nicht bloss pathologische, nicht Ausnahmezustände, sondern die allgemeine, physiologische Norm darstellen.

Wie kommt nun das Fett in die Zellen hinein? — Dass es denselben durch das Blut zugeführt wird, ist wohl zweifellos durch die locale Bedeutung, die die Blutgefässe für den Vorgang haben. Trotzdem nun, dass ich das reichliche Vorkommen feiner Fetttröpfchen an den Orten dieser Anlage und überhaupt bei fetten Thieren nachweisen konnte, dünkt mir die Annahme sehr unwahrscheinlich, dass hier das Fett in dieser Form bereits aus den Gefässen ausgeschieden und mechanisch von den Zellen aufgenommen wird. Denn erstens findet man die feinen Tröpfchen auch anderswo im Bindegewebe, findet dass die Zellen desselben überall einige solche Körnchen enthalten, an Orten, wo sie doch nie zu Fettzellen werden. Ferner müssten, im Fall einer solchen mechanischen Fettaufnahme, die Wanderzellen bei ihrem grossen Annexionsvermögen weit im Vortheil sein gegenüber dem trägen Protoplasma der fixen Zellen; statt dessen ist die Bildung von Fettzellen aus letzteren die Regel, aus ersteren die Ausnahme.

Die auffallende Menge fettloser[1]) Wanderzellen an den fettbildenden Heerden könnte auf die Vermuthung bringen, dass sie beim Transport des Fettes eine Rolle spielen. Ich glaube aber, ihre Anwesenheit weiter unten besser erklären zu können.

Wenn man ein plasmatisches Canalsystem von fixen Zellen, wenn man den Zusammenhang eines solchen mit der Gefässwand annehmen könnte, würde sich ein einfaches Verständniss dafür ergeben, dass eben fast nur in den fixen Zellen das Fett auftritt, und

1) Von jenen kleinen, allgemein verbreiteten Körnchen, welche nirgends einen Uebergang zu wahrer Fettfüllung einleiten, sehe ich bei dieser Bezeichnung ab.

Bilder, namentlich wie die des embryonalen Gewebes (Fig. 17), würden sehr schlagend erscheinen, — es würde sich dann handeln um eine Fortbewegung und Umsetzung des Ernährungsstoffs innerhalb bestimmter Bahnen. Ich habe aber oben (p. 47, p. 38 ff.) schon ausgeführt, weswegen ich die Annahme eines plasmatischen Zellen- oder Röhrensystems hier nicht machen kann[1], und dann: woher kommen dann die freien Fettkörnchen im Gewebsraum? Wie geräth das neue Fett in die Wände der alten Fettzellen? Denn man kann doch wohl unter keinen Umständen annehmen, dass diese Wände noch Theile eines plasmatischen Gangsystems sind.

Die einzige Erklärung, die ich für die vorliegenden Thatsachen finde und welche mir als Hypothese deshalb berechtigt erscheint, ist diese:

Das Fett — oder das fettliefernde Material — circulirt im Blut in Form einer gelösten Verbindung und transsudirt auch in dieser Form. Hat die Lösung das Gefäss verlassen, so wird sie zersetzt und Fett daraus niedergeschlagen. Daher die freien Fettkörnchen, daher auch der Umstand, dass dieselben auch weiterhin im Gewebe vorkommen, wo eine Fettzellenbildung nicht stattfindet. Wo ein Zellenleib von der frisch austretenden Lösung durchtränkt wird, schlägt sich auch in ihm, vielleicht gerade besonders energisch, Fett daraus nieder und wo dieser Process fortdauernd anhält, da kommt es so zur Bildung der Fettzelle. In der Lage nun, in diesem Strom fortwährend gebadet zu werden und Fett aus ihm anzusammeln, sind zunächst die fixen Zellen der Gefässadventitia und die dort schon befindlichen Fettzellen; wenn aber eine Wanderzelle hier in der Adventitia gerade länger verweilt, so kann auch sie dem Process anheimfallen. Es erklärt sich durch diese Annahme ferner, warum es abwärts vom Gefäss nicht zu

1) Nach den Angaben Eimer's (Virch. Arch. Bd. 48: Die Wege des Fettes in der Darmschleimhaut bei seiner Resorption) geht die Fettresorption in der Darmzotte durch ein feinstes, von den Bindegewebszellen und ihren Ausläufern dargestelltes Canalsystem vor sich. Dies würde freilich zu den hier und oben entwickelten Ansichten keine Analogie geben. Uebrigens ist es ja bis jetzt noch ganz unermittelt, in welche Beziehung sich die sogenannte cytogene Bindesubstanz — welcher man ja das Gewebe der Darmzotte zurechnet — zu dem Ranvier'schen Schema des fibrillären Bindegewebes wird bringen lassen. — In der Submucosa des Darmes hat Eimer selbst beobachtet, dass dort die fettführenden Gänge oft Spalten von ansehnlicher Tiefe darzustellen scheinen (l. c. p. 38).

Fettzellenbildung kommt: die dorthin gelangte Lösung ist ja bereits ganz oder grösstentheils zersetzt, sie kann den Zellen dort wohl noch einzelne Körnchen liefern, wie wir sie ja auch in ihnen finden; aber sie kann nicht mehr Massendepots veranlassen, wie sie zur Bildung der Fettzelle erfordert werden.

Wenn das nun aber so ist, so bleibt ein weiteres Räthsel zu lösen. Aus meiner Darstellung ergibt sich, dass die Fettanlage immer und überall in kleinen localisirten Heerden erfolgt; dass es mit andern Worten immer nur einzelne kleine Strecken oder Verästelungsbezirke der Gefässe sind, welche zur Zeit Fett anlegen. Wo liegt da der Grund? Es wird doch wohl in den unmittelbar benachbarten, im selben Sehfeld noch von einander abzweigenden Gefässästen ein Blut von gleicher Mischung geflossen haben! Und doch sehen wir am einen Gefässast Fettanlage, am anderen nicht. Hat die Wand der einen Blutbahn etwas Anderes transsudiren lassen als die der andern? Weit annehmbarer erscheint es, dass der Unterschied nur ein quantitativer war. Und dann scheint mir ein ziemlich einfaches Verständniss des Vorganges ermöglicht, indem man als Ursache der vermehrten Transsudation eine locale Gefässerweiterung annimmt. Dass solche physiologischer Weise, auf Grund vasomotorischer Einflüsse, bald hier bald dort vorkommen, und auf kleinste Gefässbezirke beschränkt vorkommen kann, das zu bezweifeln haben wir keinen Grund nach den Arbeiten Ludwigs und seiner Schule (Lovèn, Asp, Dogiel u. A.). Aus einem erweiterten Gefäss muss der Stromverlangsamung wegen mehr transsudiren als aus dem engeren. Wir könnten dann selbst annehmen, dass überall in den Adern des wohlgenährten Körpers ein Blut von annähernd gleichem Fettgehalt fliesst; aber nur an gewissen Gefässbezirken — vor Allem denen des fibrillären Bindegewebes vieler Orte — wären die günstigen Bedingungen für ausgiebige circumscripte Gefässerweiterung gegeben; und wiederum hier nur dort, wo die locale Erweiterung hinreichend lange besteht, käme es zur Fettanlage.

So sehr diese Hypothese noch der experimentellen Prüfung entbehrt, so erscheint sie mir doch als diejenige, welche die histiologischen Befunde am ungezwungensten deutet. Besonders kann für sie sprechen, dass sie noch ein anderes, sonst ziemlich räthselhaftes Factum erklärt: die relativ grosse Menge von Wanderzellen nämlich in der Nähe der fettbildenden Heerde, welche

ich als fast constantes Vorkommniss beschrieben habe. Deren Erscheinen würde dann bedingt sein lediglich durch die Gefässdilatation, eben wie es das bei der Entzündung ist: sie würden keine andere als eine beiläufige Bedeutung haben bei der Fettzellenbildung selbst, für welche es ja histiologisch nicht gelingen wollte, ihnen einen specifischen Einfluss zu sichern.

Ueber die Physiologie des Fettschwundes wage ich noch keine tiefer greifenden Schlüsse. Als Resultate des darüber Ermittelten will ich zusammenfassen, dass in der atrophischen Fettzelle immer ausser Kern, Hülle und Fett ein Rest Protoplasma vorhanden ist, welcher also entweder auch in der vollen Zelle, in ausgespanntem Zustand anwesend war, oder sich aus der »Membran« selbst zurückentwickelt; ferner dass die atrophische Fettzelle ihre Hülle verliert oder verlieren kann, dass sie unter Schwinden oder Zurückbildung dieser Hülle sich wieder zu einer fixen Gewebszelle zu gestalten vermag, und dass sie unter entzündlichen Einflüssen einer Kernwucherung — nach Czajewicz selbst einer Tochterzellenbildung — fähig zu sein scheint. Endlich scheint Manches dafür zu sprechen, dass die Tröpfchen, welche sich neben dem alten Fetttropfen in der atrophischen Fettzelle finden, nicht einem »Zerfall« des alten Fetttropfens entspringen, sondern dass sie erst wieder aus einer löslichen, unter Auflösung des alten Tropfens gebildeten Fettverbindung innerhalb der Zellensubstanz niedergeschlagen sind.

Amsterdam, den 18. Juni 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VI, VII, VIII.

(Die Hartnack'schen Systeme und Oculare, mit denen gezeichnet wurde, sind bei den Figuren notirt.)

Tafel VI.

(Fixe Bindegewebszellen.)

1. Rattenembryo von ca. $^{5}/_{4}$'', runde und fixe Zellen aus dem subcutanen Bindegewebe des Rückens; eine im Beginn der Abplattung. (p.)

Subcutane Injection von Silberleim, Schnitt, Pikrocarmintinction[1]).

a. eine Zelle ebendaher aus etwas früherem Stadium, Jodserum.

2. 12zöll. Schafembryo, Zellen des Inguinalbindegewebes; anastomosirend und im Beginn der Abplattung. S. L. P. C.

3. 15zöll. Schafembryo, Zellen ebendaher, Fortschritte der Abplattung und Anastomosen. S. L. P. C.

4. Neugeborenes Kaninchen, Zellen ebendaher. S. L. P. C.

5. a. Junges Kaninchen, Zellen des subcutanen Bindegewebes frisch in Jodserum, an Fibrillen hängend, w. Wanderzelle.

b. Drei fixe Zellen vom Rande desselben Präparats, verdünnte Essigsänre.

6. Aelteres Kaninchen, subcutanes Bindegewebe, fixe Zelle zwischen den Fasern hängend.

Künstliches Oedem mit Jodseruminjection.

7. Altes Meerschwein, Inguinalbindegewebe, fixe Zellen und Zwischensubstanz (z).

Zerflossenes Silberleim-Pikrocarminpräparat.

8. a. Intermusculäres Bindegewebe des Froschschenkels in frischem Jodserum. z. Zwischensubstanz mit Körnchen, g grobkörnige walzige Zelle, die übrigen platte fixe Zellen.

b. Fixe Zellen an Fasern und Zwischensubstanz vom selben Ort, S. L. P. C.

9. Junger fetter Hund, Inguinalbindegewebe frisch ausgeschnitten in Jodserum. Zwei fixe Zellen, nur durch Kerne und die Körnchen markirt.

Tafel VII.

(Fettzellen-Entwicklung.)

(In den Figuren 12, 13 und 16 sind manche der vollen Fettzellen, um die Bilder nicht zu gross zu machen, etwas verkleinert; alles Uebrige entspricht der angegebenen Vergrösserung.)

10. Etwa $1^{1}/_{2}$jähriges Meerschwein, stark gemästet, Omentum. Ar-

---

1) Die Methode ist im Folgenden mit S. L. P. C. bezeichnet.

terie und Vene mit Fettanlagen; drei der Zellenhaufen (vgl. Text) an den Adventitien, in zweien Fettzellen. Schlingenförmige Gefässsprossung. S. L. P. C.

(Die Kerne und Silberlinien des Endothels der Netzplatte sind nicht mit gezeichnet.)

11. Junger, stark gemästeter Hund, Inguinalbindegewebe nach Ā-Zusatz.

12. Ebendaher, frisch, geh. Objecttisch ca. 38° C., Serum. Die Fibrillen sind weggelassen. Fettzellenentwicklung. w. Wanderzellen, welche noch krochen; die übrigen änderten die Form nicht. h. Halbmonde von Fetttröpfchen an den alten Fettzellen.

13. a. Junge Plötze, um Ende April frisch gefangen, Bauchfellüberzug der Schwimmblase. Fettzellenentwicklung. w. stark kriechende Wanderzellen. c. Wanderzelle, welche zwei Fettkörnchen enthielt und im Kriechen wieder abgab (vgl. Text p. 57). Jodserum.
   b. Dasselbe Object mit Pikrocarmin gefärbt, junge Fettzellen und eine Wanderzelle.

14. Gemästetes grosses Meerschein, Inguinalbindegewebe. Fettanlage. Ein kleines, junges Fettläppchen ist durch die Injection ganz dissociirt, man sieht in der Mitte viele junge Formen. w. Wanderzellen, f. fixe Zellen. α—h knollige, maulbeerförmige und Theilungsformen aus demselben Object. S. L. P. C.

15. Neugeborenes Kaninchen. Fettanlage. Schwinden der Platten an den jungen Fettzellen. Anastomosen. Kernvermehrung. S. L. P. C.

16. Gemästeter junger Hund. Fettanlage. Ebenso. S. L. P. C.

17. 12zöll. Schafembryo, Fettanlage. Starke Capillarensprossung. k. freier Kern. S. L. P. C.

18. Knochenmark, junges fettes Kaninchen. Jodserum. f. zwei der runden, körnigen Zellen nach Behandlung mit Alcoh. absol., nachdem das Fett in den grossen Fettzellen schon gelöst war.'

19. Einzelne Formen junger Fettzellen, gemästetes Meerschwein. w. anscheinend ganz freie, runde Form. f. fixe Zellen ferner vom Gefäss, mit kleinen Körnchen.

20. α. Schafembryo 14″, Mesenterium, junge Fettzellen (vgl. Text p. 64). Osmium.
   β. Neugeborenes Kaninchen, Mesenterium, Fettbildung in fixen Zellen. S. P. C.
   γ. Endothelien desselben, fettlos.
   δ. Zellen ebendaher, Kali bichrom., isolirt.

21. Isolirte Zellen, subcutanes Bindegewebe eines 5zöll. Kalbsembryo Osmium. Vgl. pag. 66 oben.

22. Ganz isolirte junge Fettzelle, schwimmend, gemästetes Meerschwein (Fig. 14). S. L. P. C. zerflossen.

Tafel VIII.

(Fettzellen, Schwund.)

23. Plötze, vier Tage im Glas hungernd gehalten, Bauchfell von der Schwimmblase. Jodserum. w. w. Wanderzellen. Vgl. p. 68 oben.

24. 14tägiges Kaninchen; nach nur zweitägigem Hungern membranlose Fettzellen (in Rückbildung zu fixen Zellen).

25. Altes Kaninchen, an Distomen leidend, atrophische Fettzellen (vgl. Text p. 71).

26. Säugendes Kätzchen, 24 Stunden von der Mutter getrennt mehrmals reichlich mit Milch gefüttert. Trotzdem (wie die grossen Fettzellen zweifellos liessen) exquisiter Schwund. Omentum. Jodserum.

27. Alte Ratte, nach Gallengang-Unterbindung gestorben. Venöses Gefäss mit atrophischem Fett. Inguinalgegend. Untergang der Membranen. S. L. P. C.

28. Ebendaher, Arterie mit atrophischen Fettzellen.

29. Winterfrosch, Rückenfett. Jodserum.

30. Winterfrosch, Fettkörper. Jodserum. Isolirt.

31. Marantischer kranker Hund, atrophische Fettzellen, a. frisch. b. S. L. P. C.

32. Fast verhungertes Kaninchen, atrophische Fettzellen. Bei r der membranlose Zellenleib eingerissen.

33. Säugendes Kätzchen (s. Fig. 26), Inguinalfettzellen.

34. Plötze, zweikernige Fettzelle, Bauchfell.

35. Winterfrosch, ebenso, Fettkörper.

36. Künstlich entzündetes Fett (säugendes Kaninchen), Kernvermehrung. (Vgl. p. 71 unten ff.) Entzündung durch eingebrachte Hollundermarkstückchen, Untersuchung nach 2 Tagen.

Beitrag zur Anatomie der Retina vom Frosch, Salamander und Triton.

Von

Dr. Edmund Landolt.

Hierzu Tafel IX.

Indem ich mich auf Grundlage von Ueberosmiumsäurepräparaten der Beschreibung des Stützgewebes der Amphibienretina zuwende, habe ich zunächst zu erwähnen, dass ich in Rücksicht auf ihr Verhalten zur Limitans interna, der Ganglienzellen und innern granulösen Schichte, besonders aber zu den innern Körnern die Aussagen M. Schultze's (Archiv f. mikr. Anat. B. II. S. 267—68) bestätigen muss. Ich fand nämlich, dass jede Müller'sche Faser nachdem sie die Granulosa interna unter Abgabe von nur spärlichen, dünnen Seitenästchen in radiärer Richtung durchsetzt hat, beim Eintritt in die innere Körnerschicht auf ein birnförmiges, durch seine Länge von den übrigen ausgezeichnetes Korn auftrifft, das sein dünneres Ende ihr zuwendet. Daran weicht die Faser in 4 bis 6 feinere Aeste auseinander, welche das Korn erst eng, wie von Fingern gefasst, umgreifen, sich zum Theil am entgegengesetzten Ende wieder vereinen, zum Theil nach den Seiten abtreten, um dann in ganz derselben Weise, wie dies lange Korn, die andern Elemente der Körnerschicht in ihr vielverzweigtes, enganschliessendes Maschennetz aufzunehmen (fig. i. k.). Von diesem Verhalten der Fasern überzeugt man sich am leichtesten an feingezupften Ueberosmiumsäurepräparaten und es erklären sich so die Bilder, welche H. Müller (Zeitschr. f. wiss. Zool. B. VIII. S. 23 vom Barsch, S. 32, 34, 43 v. d. Taube) von dem Verhalten der Radialfasern in dieser Schichte,

gibt, wenn er sagt, dass dieselben da bald spindelförmig enden, bald Knochenkörperchen ähnliche Gebilde oder Anschwellungen darstellen. Auch ich erhielt diese Formen bei schwächerer Vergrösserung sehr häufig, überzeugte mich dann aber durch genauere Betrachtung, namentlich aber mit Hilfe der Ueberosmiumsäure, welche die Körner dunkler färbt, während die Stützfasern als helle Streifen drüber hinziehen, dass die Kolben, welche man als scheinbare Enden der Radialfasern sieht, nichts Anderes sind, als die oben beschriebenen langen Körner, welche von der Faser fest umschlossen werden, während die andern Aeste hart an der Oberfläche des Kornes abgebrochen sind. Wenn von den Aestchen noch einige Reste sitzen bleiben, dann erhält man die Knochenkörperchenform. Ist man einmal auf dies Verhalten aufmerksam geworden, so findet man die zierlichsten Bruchstücke der innern Körnerschicht massenhaft in jedem Zupfpräparat. Bald ist es ein birnförmiges Korn, in seinem längsgespaltenen Stiele sitzend und von da ausgehend in engumschliessendem Astwerke mehr runde Körner, oder man findet nur Bruchstücke des Gitterwerkes, aus welchem die letztern herausgefallen sind. Kommt einem aber ein Korn mit dem ihm zugehörigen Gerüste allein zu Gesichte, ohne dass man das eben beschriebene Verhalten kennt, so macht es durchaus den Eindruck einer ästigen Zelle. Aus solchen Bildern scheint auch H. Müller's Beschreibung der Zellen dieser Schicht (Z. f. w. Z. VIII. S. 20) geschöpft zu sein, wenn er sagt, dass die einen mit mehreren Fortsätzen versehen scheinen.

Nachdem das Stützgerüste in dieser Weise jedes einzelne Korn der betrachteten Schicht in sein Maschenwerk gefasst hat, treten von den zu äusserst gelegenen die Fasern, die hier nicht selten variköse Anschwellungen zeigen (fig. 4 v), in die an Breite der granulosa interna ganz bedeutend nachstehende granulosa externa ein. Gleich an der Grenze dieser Schicht breiten sich die Fasern, die jetzt natürlich dünner sind, als sie in der granulosa interna waren, nach den Seiten hin aus und bilden auch hier ein Netzwerk. Am feinsten erschien mir dasselbe in der Froschretina, wo man nicht ganz leicht Präparate erhält, die so dünn und durchsichtig sind, dass man das Maschenwerk deutlich als solches erkennt. Meist sieht man nur die Fasern an die Schicht herantreten, oder man erkennt auch noch an dieser Stelle das seitliche Ausbiegen derselben, vielleicht selbst die erste Masche, dann aber verhüllt die Dicke der

Schicht, oder die Intensität der Färbung durch das Reagens ihr weiteres Verhalten. Erst durch fleissiges Zupfen ist es mir gelungen, zu erkennen, dass die Fasern vielfach verzweigt und unter sich verbunden, die ganze Schicht durchsetzen. (Vgl. M. Schultze's Archiv B. II. S. 216). Zellen dagegen, wie sie Manz (Z. f. r. Med. 3. Reihe XXVIII.) angedeutet sah und W. Krause als seine Membrana fesestrata bildend beschreibt, konnte ich nicht finden. Wohl ragen die äustersten der innern und die innersten der äussern Körner in das Maschenwerk dieser Schicht zum Theil hinein, doch als Membran stellte sie sich mir weder auf flachen noch auf senkrechten Schnitten, noch in Zupfpräparaten dar (auch H. Müller Z. f. w. Z. VIII. S. 31 sah keine Zellen), dagegen stimme ich insofern mit W. Krause überein, dass ich diese Schicht als hauptsächlich durch das Stützgewebe gebildet betrachte.

Engere Maschen, aber breiteres Gerüste zeigt die Retina des Salamander. Am einfachsten ist das Verhältniss der Stützfasern in der granulosa externa des Triton, doch muss ich von dieser und der nachfolgenden Schichte dieses Thieres später noch eingehender handeln. Höchst auffallend war mir Folgendes: Während man nämlich gewöhnlich die Stützfasern scharf contourirt in die Granulosa eintreten und diese in eben geschilderter Weise durchsetzen sieht, findet man nicht selten, dass eine Faser, die hell und scharf begrenzt, aus der Körnerschichte herkommt, sich allmählig in ähnlicher Weise, wie in der Limitans interna und wie die andern Fasern an der Granulosa externa, seitlich glockenförmig ausbreitet, sich dann aber nicht mehr von der Substanz der Letzteren trennen lässt, sondern allmählig selbst granulös wird (Fig. 1 und 4). Ich bin überzeugt, dass dies Bild nicht auf der Täuschung beruht, dass an der Stelle etwa, wie so häufig, die Granulosa so dicht wäre, dass sie den Verlauf der Faser nicht weiter erkennen liesse, sondern ich fand dies vielfach an ganz isolirten Fasern, namentlich beim Triton, so dass es den Eindruck macht, als hätte hier durch die Einwirkung des Reagens vielleicht eine Gerinnung stattgefunden.

Hat nun das Stützgewebe als Maschenwerk die Granulosa externa durchsetzt, oder, wie im letzteren Falle, quasi selbst gebildet, so handelt es sich nun darum, sein Verhalten in der äusseren Körnerschicht zu untersuchen. Die äussere Körnerschicht des Triton zeigt solche Eigenthümlichkeiten, dass ich sie ganz für sich allein betrachten werde. Ihr in vielen Stücken ähnlich ist die von Sala-

mandra maculata, so dass das Nächstfolgende von letzterer nur zum Theil, genau aber für Rana esculenta gilt.

An der äusseren Grenze der Granulosa externa treffen wir jene Gebilde, welche M. Schultze in seinen ausgezeichneten Arbeiten über die Retina als die Endigung der Stäbchen und Zapfenkörnerfasern beschreibt, nämlich von ersteren ein kleines Kölbchen, von letzteren eine fächerförmige Ausstrahlung. Die Bilder, die M. Schultze beschrieben und gezeichnet hat, sind so klar in natura wiederzuerkennen, dass sie durchaus keinen Zweifel zulassen. Auch ich fand sie in jedem günstigen Präparate; allein es zeigte sich mir ausserdem noch Folgendes. Die kolbenförmige Anschwellung der Stäbchenfaser liegt in einem Kelche des die Granulosa externa verlassenden Stützgewebes, und zwar umschliesst sie letzteres bald wie die Körner der inneren Körnerschichte fingerförmig, bald mehr als Membran, in beiden Fällen aber vereinigt sich die Hülle wieder über dem nach Aussen gewendeten spitzeren Ende des Kölbchens und geht als glatter Faden weiter auf das Stäbchenkorn. Dass das Kölbchen nicht direct von der Faser selbst gebildet wird, erkennt man daran, dass die letztere in Ueberosmiumsäure-Präparaten heller bleibt, während die kolbige Anschwellung so stark gefärbt wird, wie die Körner der Körnerschichten, und sich so von den Fasern, die es umgreifen und mit dem Stäbchenkorn verbinden, oft sehr deutlich abhebt (Fig. 2 und 5 a). Die fächerförmige Ausstrahlung der Zapfenfasern an der äusseren Grenze der Granulosa externa stellt dann, wie ich glaube, gerade dasselbe dar, wie die Ausstrahlung der Stützfasern, die aus der innern Körnerschicht kommen, an der inneren Grenze, d. h. ein Uebergehen der Faser in das enge Maschenwerk der äussern granulirten Schicht, oder mit andern Worten, die Fortsetzung des Stützgewebes in die äussere Körnerschicht, nach unserem Gang der Beschreibung, die Sammlung desselben aus der Granulosa zur Zapfenfaser. M. Schultze fand, dass bei Säugethieren das Ende der Zapfenfaser in der Granulosa ext. in feine flächenhaft ausgebreitete Faden auslaufen. Er hält diese für nervös, wie die Zapfen- und Stäbchenfasern auch (Archiv B. II. 1866 179, 185, 187, 200), was ich, wenn anders die bisherige Ansicht von der Natur des Stützgewebes richtig ist, bei den Amphibien für die ganze Zapfenfaser nicht wohl zugeben kann. Dagegen würde ich in der Hinsicht mit Krause übereinstimmen, der auch den Zusammenhang der Stäbchen- und Zapfenfasern mit den Radialfasern

nachgewiesen und auch die Stäbchen- und Zapfenfasern für nicht nervös erklärt hat. Verfolgen wir nämlich die Stäbchen- und Zapfenfasern bis sie auf ihr zugehöriges Stäbchen- oder Zapfenkorn treffen, so finden wir auch hier wieder ein gleiches oder ähnliches Verhalten wie in der innern Körnerschicht. Die Faser nämlich weicht auseinander und umgreift das Korn. Fig. 2. (Vgl. M. Schultze Archiv B. II. S. 267—268: »ähnlich aber zarter als das der innern ist das Bindegewebsgerüste der äussern Körnerschicht«.) In den seltenern Fällen aber findet man die Stäbchen- und Zapfenkörner in einem solchen Gitterwerk liegend, wie die innern. Ich sah dies nur beim Frosch, und zwar ehe ich das andere Verhalten erkannte, so dass ich oft glauben musste, ich hätte mich am Ende doch getäuscht und die Faser gehe in manchen Fällen doch direct in das Korn über, und es finde sich nur an beiden Polen eine leichte Grenze zwischen beiden. Bei genauer Betrachtung aber und besonders mit Hülfe der Methode, dass ich die Objecte unter dem Mikroskope rollen liess, d. h. sie von allen Seiten betrachtete, wurde es mir klar, dass sehr häufig das Stützgewebe das Korn nicht mit Längsfasern, sondern als dünne Membran umschliesst (Fig. 5). Ganz sicher erkannte ich dies Verhalten dadurch, dass die Membran häufig unregelmässige, grössere und kleinere rundliche Oeffnungen hat, durch welche das durch Ueberosmiumsäure braun gefärbte Korn, weil unbedeckt, dunkler erscheint als an den übrigen Stellen (Fig. 5b). Die Contouren der Oeffnungen sind sehr scharf. An eine Verwechslung mit einem grösseren Kerne des Kornes war nicht zu denken, da die Einstellung, die Lageveränderung des Präparates und die Betrachtung des kleinen wirklichen Kernes über die Lage des beschriebenen Loches durchaus sicheren Aufschluss gibt. Ausserdem sieht man das Korn eben doppelt contourirt, was für seine membranöse Hülle deutlich spricht. (Vgl. Köllikers Gewbel. d. M. 1867 S. 673: »die Faden gehen von einem blassen Umriss des Kornes aus«.) Sehr häufig erkennt man in letzterer bei feiner Einstellung Längsstreifen, ganz ähnlich wie jene Fasern, welche die birnförmigen innern Körner umgreifen, allein ihre Ränder sind nicht scharf, sondern gehen allmälig in die Membran über, so dass sie für Verdickungen derselben angesehen werden können (Fig. 5). Halten wir zusammen jene Fälle, wo die Stäbchenkörner von einer geschlossenen Membran umhüllt sind, ferner die, wo die Membran Lücken zeigt, und diejenigen, wo grosse Lücken und daneben Verdickungen

in der Längsrichtung vorhanden sind, und vergleichen wir damit das Verhalten der Stützfasern zu den innern Körnern, so finden wir im Grunde überall analoge Beziehungen. Denn lassen wir die Lücken der Körnerhülle recht gross werden und nur die Rippen bestehen, so haben wir jenes fingerförmige Umgreifen, wie es die innern Körner zeigen. Ich muss gestehen, dass mir, als ich die Augen von Actacus fluviatilis untersuchte, die Aehnlichkeit zwischen dem Verhalten der Stäbchenfaser zum Stäbchenkorn und Stäbchen der Amphibien und demjenigen der vom Centralorgan des Flusskrebses herkommenden zum Krystallkegel sehr auffiel. (Vgl. die ausgezeichnete Monographie M. Schultze's über die facettirten Augen der Krebse.) Es kommt auch vor, dass die von der Granulosa externa ausgehende Faser, noch ehe sie an das eigentliche Stäbchenkorn gelangt, schon ein ähnliches längliches Korn in sich fasst, wie Fig. 2 zeigt, häufiger aber ist das früher beschriebene Verhalten. Neben diesen und den eigentlichen Stäbchen- und Zapfenkörnern liegen auch nocn andere, ihnen an Gestalt und Grösse vollkommen gleiche Körner in dieser Schichte. Alle unterscheiden sich dadurch von den innern Körnern, dass sie nicht, wie jene, mehr Kugelgestalt, sondern Spindelform haben, deren längere Axe radiär zum Bulbus gestellt ist. Alle haben einen kleinen Kern wie die innern Körner, und werden von dem Stützgewebe in gleicher Weise umschlossen wie jene.

Es gelang mir auch beim Kaninchen, dessen äussere Körnerschicht eine verhältnissmässig bedeutende Mächtigkeit besitzt, d. h. mehrere Zellenlagen umfasst, durch dasselbe Verfahren (Ueberosmiumsäure und Zupfen) ganz das nämliche Verhalten des Stützgewebes, namentlich auch ihr Uebergehen in die Limitans externa, zu constatiren (Köllikers Geweb. S. 681). Hier sind die Körner übrigens rund und es lässt sich an ihnen nach Einwirkung des genannten Reagens die von Henle, Ritter, M. Schultze, Hasse, Kölliker beschriebene Querstreifung, die ich auch gesehen habe, nicht mehr erkennen.

Ich fand diese Analogie im Baue der äusseren Körnerschicht beider Thiere eigentlich mehr zufällig, da ich die Kaninchenretina zu einem andern Zwecke untersuchte, habe aber Grund zu vermuthen, dass sich das sehr starke Stützgerüste derselben auch den innern Körnern gegenüber in ähnlicher Weise verhalte; doch hatte

ich bis jetzt noch nicht Gelegenheit, mich wirklich davon zu überzeugen.

Die Beschreibung und Abbildung, welche ich oben von der äussern Körnerschicht der Froschretina gegeben, passt aber nicht auf alle Gegenden derselben, sondern nur auf die mehr centralen Partieen. Gegen die Peripherie hin nimmt die Retina, wie bei allen Thieren, an Dicke ab, erscheint wie in sich zusammengestossen und es macht sich dies in der äussern Körnerschicht in folgender Weise geltend. Während diese nämlich in andern Partieen eine Mächtigkeit von wenigstens 3—4 Zellenlängen besessen hat, hat nun der Raum zwischen Granulosa externa, die auch sehr schmal geworden ist, und Limitans externa nur mehr 1 oder 1½ Korn Höhe. Ausserdem sind diese Körner nicht mehr so spindelförmig lang gezogen, wie im Centrum, sondern kurz, an beiden Polen abgerundet (Fig. 3 a). Diese Körner sitzen nun eingebettet in dem Stützgewebe, das sich aus der Granulosa erhebt und sie von 4, 5, 6 Seiten mit seinen Faden umschliesst, gewöhnlich ohne sich vorher zu einer Faser vereinigt zu haben. Ueber dem Korne fliessen die Fäden wieder zusammen, indem sie in die Zipfel der später zu beschreibenden Stäbchen- und Zapfenhüllen übergehen. Auch diese Körner haben natürlich ihren kleinen Kern wie die der übrigen Retina.

Ganz in ähnlicher Weise wie die äussere Körnerschicht des Frosches in der Peripherie verhält sich die des Salamanders in dessen ganzer Netzhaut. Hier nämlich fand ich das Stäbchenkorn in einer sehr deutlichen, oft löcherigen, oft gerippten Hülle steckend (Fig. 5), welche sich in einen Faden auszieht, in dessen innerem Theile das oft erwähnte Körnchen sitzt, während die Hülle des letzteren in das Netz der Granulosa übergeht. Der Faden aber ist kurz und neben ihm stehen dicht gedrängt die Zapfenkörner, welche alle von der Granulosa bis zur Limitans externa reichen. Sie sind also verhältnissmässig lang und haben ausserdem eine eigenthümliche Flaschenform. Ihr inneres Ende nämlich ist rund, angeschwollen, weiter nach aussen hin sinken sie etwas ein, wie ein Flaschenhals, der sich an der Limitans wieder sehr wenig verbreitert und da den Zapfen trägt. Das dickere Ende steckt auch wie beim Frosche in den äussersten Maschen der Granulosa externa, während das äussere hier und dort von nach innen ragenden Zipfeln der Limitans externa umhüllt wird; doch gelang es mir nie so deutlich wie beim Frosch, den Zusammenhang dieser Spitzen mit jenen der Gra-

nulosa zu constatiren. Noch exquisiter als der Salamander zeigt die eigenthümliche Form der äusseren Körner der Triton Fig. 1 und 4. Hier finden sich gar keine Stäbchenfäden mehr, sondern Stäbchen sowohl als Zapfen sitzen auf den Körnern fest auf, die mit dem andern Ende wieder an die Granulosa grenzen. Die Zapfenkörner zeigen alle jene eben beschriebene Flaschenform, nur sind sie etwas schlanker als die des Salamanders, die Stäbchenkörner hingegen zeigen häufig insofern eine Abweichung von dieser Gestalt, als sie den Zwischenraum zwischen den flaschenförmigen Körnern ausfüllen. Sie sind also an dem äussern Ende, welches das Stäbchen trägt, breiter, zeigen, der Concavität der benachbarten Körner entsprechend eine leichte Anschwellung und neben ihrem kolbigen inneren Ende eine etwas geschweifte Spitze, die wieder von dem Stützgewebe eingefasst wird (Fig. 4). Auch in diesen Körnern finden sich Kerne.

Ausser den Körnern enthält aber diese Schichte bei Salamander und Triton noch andere Gebilde, die, so viel mir bekannt, noch nie beschrieben worden sind. Aus der Granulosa externa erheben sich nämlich im engen Zusammenhang mit ihrem Stützgewebe feine Faden, die zwischen den Körnern emporragen, und der Einbuchtung derselben entsprechend, ein längliches, kolbenförmiges Ende tragen (Fig. 1 und 4). Diese Gebilde, die sich ihrer Form nach etwa mit den Kolben von Schafthalmen vergleichen lassen, finden sich in so grosser Zahl, dass beinahe auf jedes flaschenförmige Korn eines derselben kommt, doch trifft man nicht in jedem Präparate gleich so viele, weil einerseits die zarten Stiele leicht brechen und das Kölbchen dann von der Untersuchungsflüssigkeit weggeschwemmt wird, andererseits in etwas dichteren Stücken die Kölbchen noch so eng ihren Körnern anliegen, dass sie nicht deutlich unterschieden werden. Allein häufig genug bieten Zupfpräparate Gelegenheit, das Verhältniss dieser Gebilde zu der Granulosa, sowie zu den Körnern sicher zu constatiren, indem man an den beiden Enden eines Retinastückes, oder an dünneren Stellen die Kölbchen stets etwas vom Korne abstehend findet, oder geradezu ein isolirter Zapfen im engen Zusammenhang mit Korn, Stützgerüste und Kolben zur Beobachtung kommt. So habe ich mich denn an Ueberosmiumsäurepräparaten beider Thiere überzeugt, dass der Faden direct mit dem Stützgerüste der Granulosa im Zusammenhange steht. Beim Salamander, der, wie oben erwähnt, in dieser Schichte ein engeres

Netzwerk zeigt, sieht man deutlich von den äussersten Maschen den Faden abgehen. Etwas anders verhält es sich beim Triton. Hier fand ich nie die aus der innern Körnerschichte herkommenden Stützfasern in den äussern granulirten sich verzweigen, sondern bekam immer jenes oben erwähnte eigenthümliche Bild, dass die Fasern sich ausbreiten, körnig werden und so geradezu selbst die Granulosa bilden. Dass diese kein Maschenwerk zeigt, ist bei ihrer sehr geringen Dicke nicht sehr auffallend, und auch das Körnigwerden des Stützgewebes hat seine Analoga. An Präparaten der inneren Körnerschichte nämlich, die so dünn sind, dass man ihr Netzwerk recht deutlich sieht, findet man immer, dass an den Stellen, wo mehrere Körner zusammentreffen, also auch die Faden ihres Gerüstes zu einem grösseren Stück sich vereinen, dies sonst helle und homogene Gewebe gekörnt und etwas mehr von der Ueberosmiumsäure gefärbt erscheint (Fig. 1). Ganz ebenso geschieht es in der Granulosa externa des Triton, denn wo sie von ihrem äussern Theile die Faden der Kölbchen abgibt, da ist sie wieder heller, und ihre das Korn einfassenden Fortsätze, sowie die Kolbenfaden sind in den meisten Fällen homogen; doch kommt es auch vor, dass letztere eine Strecke weit wie in Körnchen zerfallen aussehen, und man so den Eindruck bekommt, als wäre die ganze Körnung die Folge einer Gerinnung. Vielleicht beruht auf demselben Verhalten die Beschreibung H. Müllers Z. f. w. Z. B. VIII. S. 24: »Statt in die scharfbegrenzten innern Enden gingen aber manche Radialfasern in unebenere, körnige Körperchen über.« (Beim Barsch, dasselbe S. 33 vom Frosch.) Der Kolben selbst ist immer granulirt. Oft findet man ihn doppelt, d. h. der Faden hat zwei Anschwellungen, von denen aber die äussere immer die grössere ist (Fig. 4 k′). Die innere kann näher oder ferner von der Granulosa liegen; meist liegt sie der äussern so nahe, dass es ganz den Eindruck macht, als ob man es nur mit einem etwas grösseren Kolben zu thun hätte, der in der Mitte eine Einschnürung besitzt. Häufig findet man in dem Kolben einen kleinen Kern. Auffallend ist, dass wie die Granulosa externa auch der Kolben sich durch Ueberosmiumsäure sehr intensiv färbt. Ein sehr hübsches und beweisendes Bild von ihrem Zusammenhange mit dem Stützgerüste der innern Körnerschichte gab mir ein isolirtes Korn aus letzterer, das noch in seinen Fasern steckte, die sich am äussern Ende wieder vereinten, der Granulosa externa entsprechend eine körnige Anschwellung zeigten und dann in den homo-

genen Kölbchenfaden mit seinem angeschwollenen Ende übergingen — ähnlich wie Fig. 4 k'.

Wir kommen nun dem Verlaufe unserer Beschreibung gemäss zur Limitans externa. Wenn sie auch bei den drei früher genannten Thierspecies ein etwas verschiedenes Verhalten zeigt, so wird sie doch bei allen sicher vom Stützgewebe gebildet. In keinem Falle aber stellt sie hier eine homogene Membran dar, welche einfach die äussern Körner von den Stäbchen und Zapfen trennte, sondern wenn man sie überhaupt bei den Amphibien als Membran auffassen will, so ist sie eine gefensterte Membran, in deren grosse Lücken die äussersten Körner mehr oder weniger tief hineinragen. Sehr deutlich zeigt dies Verhalten die Fig. 2. Die Faden nämlich, welche das Stäbchen- oder Zapfenkorn umgriffen haben, fliessen, noch ehe sie sein anderes Ende erreicht haben, in gleicher Höhe von den Seiten zusammen und bilden so die Limitans externa. (Vgl. M. Schultze's Archiv B. II. S. 265.) Sehr zahlreich findet man in Zupfpräparaten isolirte, vom Stäbchen losgelöste Körner, die noch in ihrem Stützgewebe und dem zugehörigen Theile der Limitans stecken, oft auch sind ihre Fasern zum Theil grösser und stehen dann seitlich ab (Fig. 2), oder man findet Rudera der Limitans mit nach innen ragenden Zipfeln, welche einst das Korn umfasst hatten. Von der äussern Grenze der schmalen Limitans fand ich in diesen Theilen der Froschretina wiederum Fasern ausgehen auf das Innenglied der Stäbchen, manchmal zwei, manchmal drei auf derselben Seite. Oft verlaufen sie demselben fest anliegend in gerader Richtung darüber, oft mehr spiralig, oft stehen sie bogig davon ab, oder sie sind gerissen und ragen vom Grunde des Stäbchens an der Limitans nach Aussen. Vielleicht entsprechen diese den von verschiedenen Autoren als mit der Limitans externa im Zusammenhange stehenden, zwischen die Stäbchen hineinreichenden Nadeln. In mehr peripheren Theilen dagegen fand ich keine Fasern mehr auf dem Stäbcheninnengliede. Hier erhebt sich vielmehr das Gewebe, welches die Zapfen- und Stäbchenkörner in sich gefasst hat, deutlich zu einer Hülle, welche das Stäbcheninnenglied, den linsenförmigen Körper, besonders deutlich aber das Innenglied des Zapfens mit seinem linsenförmigen Körper einschliesst. In diesem Falle ist von einer Limitans als Membran eigentlich kaum mehr zu sprechen, denn wenn auch die eng aneinander liegenden Stäbchen und Zapfen beim Uebergang auf ihr Korn mit ihren Hüllen seitlich

verklebt erscheinen, so ist dieser Zusammenhang ein so loser, dass man leicht isolirte Innenglieder auf ihrem Korne sitzend, oder isolirte Hüllen ohne seitliche Aeste findet, während in den mehr centralen Partieen die Limitans die Stäbchen mehr zusammenhielt.

Von diesen Hüllen der Stäbcheninnenglieder der Froschretina habe ich ausserordentlich gute Präparate erhalten. Manchmal steckt nur der äussere Theil derselben darin, und die Hülle, die in langgezogene, zum Theil abstehende Zipfel ausgeht, hängt so mit der Limitans zusammen, oder die Hülle ist vollständig, doch in der Gegend der Limitans von ihrem Uebergang auf das Korn losgerissen und drin liegt das etwas geschrumpfte Innenglied; so sieht man bei verschiedener Einstellung bald die vordere, bald die hintere Contour des nach innen offenen Sackes, aus welchem das Stäbchen im Zusammenhang mit seinem Korne hervorragt.

Am interessantesten war mir ein Präparat, das mehrere Stäbchen nebeneinander noch im Zusammenhange mit den äussern Körnern und der Granulosa externa zeigte. In diesem ging die Stäbchenhülle gerade bis zur Hälfte auf das zugehörige Korn über, von dort aus sandte sie aber nur noch einige Zipfel, welche dasselbe umfassten und dann zur Faser verschmolzen, nach Innen in das Geflecht der Granulosa. Nicht selten aber bedeckt die Hülle auch das Korn vollkommen, wie ich es oben beschrieben habe; und wie an dieser Stelle, so zeigt sie auch in der Stäbchenschichte hier und da unregelmässige, rundliche Lücken (Fig. 3 b).

Ausserordentlich deutlich lässt sich die Hülle auch an den Zapfen erkennen. Diese unterscheiden sich von den Stäbchen besonders durch ihre auffallende Kleinheit, und wie M. Schultze auch anführt, durch ihre sehr unregelmässige Lage. Selten nämlich findet man, dass ein Zapfen in derselben Ebene, wie das Stäbchen auf seinem Korn sitzt; gewöhnlich liegen sie weiter nach Aussen und stehen dann mit letzterem nur durch ihre weitere oder engere, oft fadenförmige Hülle in Verbindung. (Vgl. H. Müller Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1857 S. 10 vom Barsch Aehnliches und S. 30 vom Frosch.) Nicht selten findet man sogar zwei Zapfen nebeneinander (Fig. 3), nach M. Schultze Doppelzapfen, von denen der eine mehr, der andere weniger von der Körnerschicht absteht, so dass des einen etwas concaves Aussenglied gerade an das bauchige Innenglied des andern sich anschliesst (M. Schultze's Arch. B. III. S. 235 u. Fig. 13 c). Was mir hierbei auffiel, ist, dass man den Verbindungsfaden, wie

er bei den weiter entfernten Zapfen vorkommt, oft auch so granulirt findet, wie jenen der oben beschriebenen kolbenförmigen Körper bei Salamander und Triton, und auch der Mantel des kugeligen Zapfeninnengliedes kann hier und da diese Erscheinung zeigen. Meistentheils aber ist er klar, viel weniger gefärbt als das Innenglied, das er gewöhnlich nicht ganz eng umschliesst, während er sich so fast an den linsenförmigen Körper anlegt, dass man ihn (den Mantel) an dieser Stelle oft nicht deutlich erkennt. (Vgl. H. Müller Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1857 Fol. 9: »Nach dem Tode, durch Wasser u. dgl., quillt der Zapfenkörper, bläht sich in die Quere, indem er seine nahezu cylindrische Form verliert, und während der Inhalt exquisit körnig wird, hebt sich ein heller Hof ab, welcher nach einiger Zeit sich wie eine ringsum weit abstehende membranöse Hülle ausnimmt.« Dies gilt von frischen Präparaten des Barsches.) Auch Triton und Salamander zeigen diese Hülle, wenn auch nicht immer so deutlich wie der Frosch. Am klarsten tritt sie zu Tage an vom Korne gerissenen Stäbchen oder Zapfen, deren inneres Ende sie dann mit einigen Zipfeln überragt. Beim Salamander sah ich auch längsrippenartige Verdickungen der Hülle.

Nun aber kommt die wichtige Frage: Wie verhält sich diese Hülle, resp. das Stützgewebe am Aussengliede? — Es ist schon öfter (H. Müller Z. f. w. Z. B. VIII. S. 8, M. Schultze Archiv B. II. S. 248, 1856, Hensen Virch. Arch. B. XXXIX. S. 488 u. a.) eine Hülle des Aussengliedes der Stäbchen und Zapfen beschrieben und wieder geleugnet worden. Vor Allem hat bekanntlich M. Schultze in neuerer Zeit wieder eine genaue Beschreibung und Abbildung von Stäbchenhüllen gegeben, die durch seitliche Aneinanderlagerung von feinen Fasern (Nervenfasern?) gebildet werden. Es versteht sich, dass ich, erst Anfänger in diesen feinsten Untersuchungen, auf diese so difficile Frage lange keine Antwort zu geben wagte, zumal da die Bilder der Stäbchen- und Zapfenaussenglieder ausserordentlich schwierig zu beurtheilen sind. Oft findet man sie eingehüllt in Retinalpigment, dann ist gar nichts mit anzufangen; oft sind sie so dunkel gefärbt, dass man wieder nichts Deutliches erkennt oder sich doch kein Urtheil erlaubt, weil man fürchtet, man habe es, bei der so starken Einwirkung des Reagens, mit Kunstproducten zu thun. Auffallend war mir, dass ich die Stäbchen- und Zapfenaussenglieder bei den besprochenen Amphibien nach Behandlung mit Ueberosmium-

säure in weitaus den meisten Fällen von einem hellen Saum umrahmt fand. Dies würde nun freilich für eine Hülle sprechen; allein dann war es mir wieder höchst merkwürdig, dass auch quer abgebrochene Stücke an ihrer Bruchstelle häufig — wenn auch nicht immer — diesen hellen Rand zeigten. — Aehnliches beschreibt auch H. Müller (Z. f. w. Z. v. Siebold u. Kölliker 1857 S. 8) vom Barsch: »Bisweilen sieht man über mehrere, anscheinend quere Trennungen der Stäbchen oder über Einbiegungen des lichten Inhaltes eine feine, blasse, aber scharfe Contour hingehen, welche sich gerade so ausnimmt, wie diejenige, welche man fast immer zur Seite der Trennungslinie zwischen dem Stäbchen und der Spitze mit dem Faden sieht.« (Dh. der Limit. ext.) »Hieraus kann man schliessen, dass die Stäbchen nicht durchweg aus homogener Substanz bestehen, und sich mindestens sehr leicht eine peripherische, scheidenartige Schicht bildet, wenn man auch nicht mit absoluter Sicherheit die Präexistenz einer eigentlichen Membran damit begründen kann.« — Eine solche Hülle wäre dann wohl kaum identisch mit der von M. Schultze beschriebenen. Im Verlaufe der Untersuchung fand ich nun nicht selten die doppelte Contour des Aussengliedes eine Strecke weit fehlend, und an dieser Stelle einzelne feine helle Fasern vom Stäbchen abstehen, die nach Innen oder nach Aussen wieder in die noch sitzen gebliebene doppelte Contour übergingen (Fig. 3 A); oder es ragten einzelne solcher Fasern über das äussere Ende des Stäbchens hinaus. Solche Bilder erinnern sehr an die Beschreibung M. Schultze's und machen es wenigstens sicher, dass die doppelte Contour nicht nur ein blosses Gerinnungsprodukt ist. Sehr selten aber liess sich an Ueberosmiumsäurepräparaten eine Längsstreifung des Aussengliedes erkennen, nur hier und da gewahrt man einen Strich. Was aber die Existenz einer Hülle als ausserordentlich wahrscheinlich macht, sind einzelne Bilder von Zapfenaussengliedern, wie sie schon M. Schultze abgebildet hat (Fig. 4). Hier findet man nämlich den Zerfall in kleine Scheibchen im Innern des Aussengliedes, nicht so, dass das Ganze lamellös zerbröckelte. — Vgl. damit auch H. Müller Z. f. w. Z. 1857 S. 9: ». . . es scheint dann die Spitze auf den ersten Blick ganz abgelöst, und erst durch die Bewegung der Präparate überzeugt man sich von der Verbindung der beiden Stücke (Aussen- und Innenglied), wobei man häufig eine feine Linie zu beiden Seiten jener anscheinenden Spalte vom Zapfenkörper auf die Spitze sich hinziehen sieht, welche sich

wie eine zweite Membran ausnimmt.« — Es versteht sich von selbst, dass ich zur Beantwortung dieser Frage auch Querschnitte genau betrachtete. Doch auch sie bieten merkwürdige Verschiedenheiten im Ansehen. Viele sind crenelirt, die meisten haben deutlich doppelte Contour, manche zeigen aber auch einen glatten Rand. Wo man doppelte Contour findet, da ist das Stäbchen von einem so hellen Saume umfasst, wie man ihn am Längsschnitt findet, und auch diese Präparate sprechen für eine Hülle. Nicht selten findet man diese mit regelmässigen kleinen Einbuchtungen im Rande, und diesen entsprechend eine leichte Schattirung, ganz ähnlich wie das Bild eines Stäbchen-Querschnittes nach Hensen in Virch. Arch. B. XXXIX.; doch nie sah ich eine wirkliche Trennung, welche auf aneinandergereihte Fasern hindeuten würde. An den Präparaten aus den centralen Partien der Froschretina, die ich oben beschrieben und gezeichnet habe, wo das Stützgewebe eine wirkliche Limitans bildet, d. h. keine vollständige Hülle des Innengliedes besteht, sondern nur einzelne von der Limitans kommende Fasern dasselbe umragen, da bekommt man nicht selten den Eindruck, als ob diese Fasern sich in der Gegend des linsenförmigen Körpers seitlich verbreiterten und in ähnlicher Weise zu einer Hülle des Aussengliedes verschmölzen, wie sie an andern Stellen eine um Korn und Innenglied bilden. Doch sind diese Bilder wegen der dunkeln Färbung, die das Aussenglied gewöhnlich annimmt, schwierig zu beurtheilen und die Fasern so brüchig, dass man sie mehrentheils vom Stäbchen abstehend trifft. Wo aber eine deutliche Hülle des Innengliedes besteht, da habe ich sie stets in die äussere Contour des Aussengliedes übergehend gefunden.

Es lässt sich demnach das Ergebniss meiner Untersuchungen betreffs des Stützgewebes kurz so zusammenfassen: Das Stützgewebe durchsetzt bei Frosch, Salamander und Triton die ganze Retina von der Limitans interna an bis zur Chorioidea (Fig. 1), und zwar in der Art, dass es erst bei seinem glockenförmigen inneren Anfange die Ganglienzellen in seine Arcaden aufnimmt, dann in glänzenden, wenige dünne Seitenzweige abgebenden Fasern die breite Granulosa interna durchsetzt, in der innern Körnerschichte sich zu einem Maschenwerk auflöst, das jedes einzelne Korn umschliesst, hernach bei Frosch und Salamander ein engeres Netz in der Granulosa externa bildet, während es beim Triton, unaufgelöst, selbst zur Granulosa wird. In der äussern Körnerschicht umgreift es bei den erstgenann-

ten beiden Thieren die als kolbenförmiges Ende der Stäbchenfasern beschriebenen Körnchen, sammelt sich wieder zu Fasern, um dann am Stäbchen- und Zapfenkorn wieder zu Rippen, oder aber, was häufiger der Fall ist, zu einer membranartigen Hülle auseianderzuweichen, welche Korn, Innenglied, linsenförmigen Körper und Aussenglied gleichmässig umschliesst, vielleicht selbst zwischen die Lamellen der Stäbchen- und Zapfenaussenglieder hinein sich erstreckt und durch seitliches Zusammenfliessen der Limitans bildet. (H. Müller deutet schon auf den innigen Zusammenhang zwischen Stäbchen, Zapfen und den Radialfasern. Z. f. w. Z. B. VIII. S. 23 u. 24, S. 34 und S. 45 scheint es ihm sogar, als ob bei der Taube die Elemente der Stäbchenschichte vermittelst der länglichen Elemente der äussern Körnerschicht geradezu in die Radialfasern übergingen.) Bei Salamander und Triton hängen noch mit ihm zuzammen die als kolbenförmige Körper beschriebenen Gebilde der äussern Körnerschicht, und beim letzteren umschliesst es Zapfen und Stäbchen mit ihrem zugehörigen Korne gerade so wie bei den andern zwei Thierarten, nur ohne erst eine Faser zu bilden. (Ueber den engen Zusammenhang zwischen Stützgewebe, Körnern und Stäbchen vergl. auch Kollikers Gewebel. d. Menschen S. 681.)

Wenn nun dem also ist, und ich habe gewissenhaft untersucht und um ja nicht von vorgefassten Meinungen irregeleitet zu werden, alle meine wichtigeren Präparate Herrn Prof. Stricker und einigen meiner ebenfalls mit Histiologie beschäftigten Collegen zur Beurtheilung vorgelegt, — wenn dem nun wirklich so ist, so musste ich mir natürlich die Frage vorlegen: Wo finden sich denn die Nerven? Oder wäre am Ende das Stützgewebe doch nervös? Ich glaube, das seine bindegewebige Natur schon sichergestellt ist, allein wäre es nicht möglich, dass die nervösen Elemente in und mit dem Stützgewebe verliefen? Es ist schon von verschiedenen Seiten die Ansicht aufgestellt worden, die Stäbchenfasern wären fibrillär, und ich habe nach pathologischen Präparaten von Triton Grund zu vermuthen, dass es auch die Stützfasern im innern Theil der Retina sind. So wäre es ja möglich, dass unter diesen auch die Nervenverbindungsfaden verliefen. Sodann möchte ich noch auf jene Beobachtung Babuchins (Würzb. naturw. Zeitschr. IV. 1863) aufmerksam machen, die auch Manz bestätigt hat, dass nämlich, während ein Fortsatz einer Ganglienzelle in ein Bündel von Opticusfasern eintritt, ein anderer radiär längs einer Radialfaser durch die

Granulosa interna verläuft und in die innere Körnerschicht eindringt, so dass also die Stützfasern, wenn auch nicht selbstleitend, doch Träger der Nervenleitung wären. Aehnliches beschreibt Steinlin, nach welchem (bei Eidechse und Taube) Fasern, die von dem kegelförmigen Körperchen der Zapfenfasern ausgingen, ja sogar Zapfenfasern direct in Radialfasern übergehen oder, wie beim Rochen, Ausläufer der Ganglienzellen in der Granulosa interna sich verästeln, mit Ausläufern der Radialfasern und der innersten Lage grösserer Zellen der inneren Körnerschicht zu einem Netzwerk sich vereinen sollen, während andere, horizontale Ausläufer sich mit den Opticusfasern in Verbindung setzen. Endlich hat Merkel bekanntlich in einer kürzlich erschienenen Schrift über die Macula lutea des Menschen und die ora serrata bindegewebige Scheiden beschrieben, welche die Zapfenfasern und Körner umschliessen und ihren Endpunkt an der Limitans externa haben, nach Innen aber eng mit dem Stützgewebe zusammenhängen. Es hat mich seine Schrift sehr an meine Stäbchen- und Zapfenkörnerhüllen erinnert, wenn es mir auch noch nicht gelungen ist, in der damit zusammenhängenden Zapfen- und Stäbchenfaser einen Nervenfaden nachzuweisen. Ich suchte danach mit Goldchlorid — aber ohne Erfolg; ich hoffte von der Opticusdurchscheidung Aufschluss, aber die operirten Frösche gingen alle nach einigen Tagen zu Grunde, was in dieser Jahreszeit — ich habe diese Arbeit im Winter ausgeführt — bekanntlich das Gewöhnliche ist, und die Tritonen haben mir noch keine sichern Resultate ergeben. Ich werde aber diesen Weg, von dem ich auch Erklärung jener in der äussern Körnerschicht beschriebenen kolbenförmigen Körper hoffe, später wieder betreten; er muss wohl endlich zu den nervösen Elementen und ihrem Zusammenhange führen.

Ich will mir zum Schlusse noch die Bemerkung erlauben, dass es vorzüglich die von M. Schultze beschriebenen, das Stäbchen membranartig umhüllenden Nervenfasern waren, die mich sehr lange beschäftigten, nach denen ich aber, wie oben bemerkt, in Ueberosmiumsäurepräparaten umsonst gesucht habe. In ganz frischen Präparaten dagegen, die ohne jedes Reagens nur in Humor aqueus untersucht wurden, fand ich an den Stäbchenaussengliedern jene Längsstreifung, die M. Schultze und Hensen beschreiben. Ich betrachtete die Objecte mit der grössten Aufmerksamkeit, mit den stärksten Ocularen: 15 und 18 von Hartnack, doch immer schien mir diese Längsstreifung nicht allein auf die Oberfläche beschränkt, sondern durchgehend

durch das ganze Stäbchen, als ob dasselbe aus einem ganzen Faserbündel bestünde. (M. Schultze B. III. Archiv S. 223. Die Längsstreifung am Stäbchen von Frosch, Salamander und Triton sieht man auch bei verschiedener Einstellung.) Sehr häufig trennt sich auch das Stäbchen solchen Streifen entsprechend bis hinein in die Mitte oder auch ganz durch. Diese Bilder sind nicht neu, M. Schultze beschreibt und zeichnet sie auch; häufig findet man sie nach Ueberosmiumsäurereaction, und ich möchte sie im Anschluss an das Ergebniss der Untersuchung bei verschiedener Einstellung, als für die durchgehende, nicht nur oberflächliche Längstheilung der Stäbchenaussenglieder sehr sprechend ansehen. Auch Prof. Stricker, der meinen Beobachtungen mit dankenswerthem Interesse gefolgt, ist ganz derselben Ansicht.

Neben dem Längszerfall besteht aber eben so deutlich und noch häufiger der quere Zerfall der Aussenglieder, und zwar stellt er sich bekanntlich auch an Objecten, die ohne weitere Reagentien betrachtet werden, in kurzer Zeit ganz deutlich ein. Sehr klar für die beiden auf einander senkrechten Bruchrichtungen sprechen auch jene Querschnitte, die aus mehreren Lamellen bestehen, aus deren oberster aber ein Sektor herausgebröckelt ist, oder die geradezu durch die ganze Mitte gespalten sind (M. Schultze Archiv Bd. V, Taf. XXII, Fig. 1 A, 1 b). Hält man nun die beiden Bruchrichtungen zusammen und nimmt man an, dass dieselben auf dem Baue der Stäbchenaussenglieder beruhen, so folgt nothwendig daraus, dass dieselben weder blos aus queren Scheibchen noch blos aus Längsfasern, sondern aus etwa cubischen Stücken müssen aufgebaut sein, wodurch sich dann auch der staffelförmige Bruch erklärt, den man so häufig beobachtet. Sodann was den Ritter'schen Centralfaden des Stäbchens betrifft, so habe ich einen solchen nie, am wenigsten an Querschnitten gesehen; bei der Längsansicht kann im Aussengliede oft ein in der dem Beobachter abgewendeten Seite befindlicher Riss, und im innern Theile des Stäbchens ein in seiner weiten Hülle stark geschrumpftes Innenglied einen solchen vortäuschen. Die Querschnitte der Stäbchen- und Zapfenaussenglieder sind meist homogen, dann und wann etwas körnig, zeigen leicht radiäre Risse oder Lücken ausgebrochener Stücke.

Den linsenförmigen Körper fand ich in allen Stäbchen und Zapfen der drei Thierarten (auch bei Triton) ganz in der Art, wie ihn M. Schultze beschrieben und Andere bestätigt haben. Er-

bräunt sich auch bekanntlich stark in Ueberosmiumsäure. Was mir aber besonders auffiel, war die Intensität, mit der er sich in den Zapfen des Frosches färbt (Fig. 3). Dabei hat er ein ganz eigenthümliches, undurchsichtiges Rothbraun, während daneben die der Stäbchen ganz zart wie mit Sepia gefärbt erscheinen.

Die Methode, die mich zu meinen wenigen Resultaten geführt hat, ist hauptsächlich die Behandlung mit $^1/_2$procentiger Ueberosmiumsäure, deren Einwirkung ich die Präparate verschieden lange Zeit überliess. Ich muss M. Schultze vollkommen beistimmen, wenn er räth, die Objecte nicht allzulange in dem Reagenz liegen zu lassen. Geöffnete Bulbi übertrug ich schon nach 10—20 Minuten in verdünnten Alkohol, woraus ich sie frühestens nach 2, 3 Tagen, meist erst später, zur Untersuchung an Schnitten, voraus aber an Zupfpräparaten in Aqua destillata wieder hervorholte. Die Schnittmethode scheint mir zur Erforschung des Zusammenhangs der Retinaschichten und der feinern Structur ihrer Theile wenig geeignet. Zu letzterem Zwecke half mir dagegen vorzüglich die Betrachtung der Präparate von verschiedenen Seiten dadurch, dass ich sie bewegte.

Die Instrumente, die ich benutzte, waren solche von Hartnack mit all seinen Linsen, auch ein 15 und 18, und ich ergreife mit Freuden die Gelegenheit, Herrn Professor Stricker für die Güte, mit der er mir dieselben überliess, sowohl, als auch für die Freundlichkeit, mit der sein kritischer Blick meinen Arbeiten folgte, von Herzen zu danken.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IX.

Die Figuren sind alle nach mit Ueberosmiumsäure behandelten Zupfpräparaten gemacht. Ich habe mich bemüht, dieselben nicht nur was die Form, sondern auch was die Färbung anbelangt, so naturgetreu als möglich wiederzugeben. Sie sind auch alle nicht schematisch, sondern nach wirklichen Präparaten angefertigt, nach Präparaten, die ich zur Bestätigung meiner Auffassung stets Herrn Prof. Stricker und einzelnen meiner Collegen gezeigt habe, damit ich mich nicht durch vorgefasste Meinungen verleiten lasse, Dinge zu sehen, die der Wirklichkeit nicht entsprechen oder anders gedeutet werden könnten.

Nur das Stützgewebe ist etwas heller dargestellt als in Wirklichkeit, indem es sich auch etwas in Ueberosmiumsäure färbt. Ich habe mir diese Freiheit in der Zeichnung erlaubt, um das Verhältniss zwischen Stützgewebe und Körnern deutlicher hervortreten zu lassen.

Fig. 1. Eine isolirte Faser aus der Retina von Triton. Ihr glockenförmiger Ansatz an der Limitans interna (i), ihr Verlauf durch die Nervenfaser und Ganglienschicht g, durch die Granulosa interna (gr. i.), von der noch einzelne Rudimente hängen geblieben sind; sodann ihr Verhalten in der innern Körnerschichte, dem birnförmigen Korne (p) und den andern (i. k.) gegenüber. a. Leeres Gerüste, aus dem die Körner herausgefallen sind.

gr. e. Bildung der Granulosa externa.

k. Kolbenförmiger Körper. a. k. Korn der äussern Körnerschicht. l. e. Limitans externa mit abgerissenen Zipfeln gegen Aussen und Innen. z. Zapfen mit linsenförmigem Körper. — Ausserdem erkennt man an dem Präparate das Körnigwerden des Stützgewebes und seiner Adnexa an dichteren Stellen der innern Körnerschichte, in der Granulosa externa, Limitans externa und dem Kopf des kolbenförmigen Körpers.

Fig. 2. Aus der neutralen Partie einer Froschretina. i. k. Einige innere Körner. gr. e. Granulosa externa mit dem Netz des Stützgerüstes. aa. Die als Anschwellung der Stäbchenfaser beschriebenen Körperchen im Stützgewebe steckend, das sich über ihnen zur Stäbchenfaser F vereint, die Stäbchenkörner Stk. in sich fasst, die Limitans externa L. e. bildet, in Faden über das Innenglied I wegzieht und zur Hülle H. wird. Doppelte Contour des Aussengliedes. L. Linsenförmiger Körper.

Fig. 3. Aus der periodischen Partie einer Froschretina. gr. e., a. k., I., A. L. wie oben; H. Hülle der Innenglieder; H' losgerissene Hülle eines

Zapfens, in der man deutlich das Innenglied stecken sieht, am Stäbchenaussenglied die Querstreifung, doppelte Contour und losgelöste Fasern. Der linsenförmige Körper der Zapfen zeigt die auffallend starke rothbraune Färbung, während der des Stäbchens heller und durchsichtiger gefärbt ist.

Fig. 3 b. Doppelzapfen aus der Froschretina. Hüllen des Innengliedes mit Lücken.

Fig. 4. Aus einer Tritonretina. i. k. Innere Körner im Gerüste, von da aus ein Faden mit varicöser Anschwellung v, der in die Granulosa externa (gr. e.) übergeht, selbst granulös werdend. (Getreu nach der Natur.) a. k. Aeussere Körner. k. Kolbenförmige Körper. k' mit zwei Anschwellungen. l. e. Limitans externa. Auch hier sind wie in Fig. 1 die Faden, die man oft mit den Zipfeln der Granulosa im Zusammenhange sieht, losgerissen. H. Hülle des Stäbcheninnengliedes, dessen Aussenglied einen hellen Saum und die Bedeutung eines lamellösen Zerfalls zeigt.

Fig. 5. Stäbchen von Salamandra maculata. Das Aussenglied lässt weder Zerfall noch doppelte Contour erkennen; deutlich aber ist die membranöse Hülle des Innengliedes, des Stäbchenkorns und des kleineren, an der Granulosa externa sitzenden Kornes, wo sich dieselbe in Zipfel spaltet, die ohne Zweifel mit dem Netze der Granulosa externa in Zusammenhang stehen. Ueber dem Kern zeigt die Hülle eine Lücke a, durch welche das stärker gefärbte Korn hervorblickt, und einzelne längsrippenartige Verdickungen.

Verbesserungen.

Pag. 36 Zeile 10 v. u. lies f i x e n statt freien.
» 37 » 1 v. o. lies i n t r a muskulären statt intermuskulären.
» 48 » 7 v. o. lies Gewebs l ü c k e statt Gewebsstücke.

Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien.

Von

Prof. **A. Kowalevsky.**

Hierzu Taf. X, XI, XII und XIII.

Nachdem ich im Jahre 1866 meine Abhandlung »Ueber die Entwicklung der einfachen Ascidien« der Petersburger Academie vorgelegt hatte, ward mir wieder Gelegenheit, im Jahre 1867 und 1868 das Mittelmeer zu besuchen und meine früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand zu prüfen; in der Hauptsache erwiesen sich dieselben als richtig, nur in gewissen Puncten unvollständig und schon in Triest, im Jahre 1867, habe ich die Mangelhaftigkeit meiner Angaben in Beziehung auf das Nervensystem und die Kloaken-Bildung erkannt. Ich habe schon zu jener Zeit das Ganglion hinter der Sinnesblase oder dem Gehirne aufgefunden und dessen Abstammung aus den Zellen der sich schliessenden Rückenrinne ableiten können.

Ich wollte meine neueren Ergebnisse über die Entwicklung der Ascidien in einem allgemeinen Aufsatze, welcher die Entwicklung der Tunicaten überhaupt behandeln sollte, erscheinen lassen; unterdessen aber traten zwei Arbeiten über denselben Gegenstand an das Licht [1]), und da besonders die zweite [2]), durch die Bestätigung der Wirbelthiernatur der Ascidienlarven ein so bedeutendes Interesse in

1) Mémoires de l'Acad. de St. Petersbourg VII Serie Tme. X.

2) C. Kupffer Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren. Archiv f. mikroskopische Anatomie Bd. 6 Heft II.

der wissenschaftlichen Welt erregte, so habe ich mich entschlossen, auch meine neueren Studien über die Ascidien nicht weiter zurückzuhalten, da sie doch, wie ich hoffen darf, noch mehrere ungelöste Fragen der embryonalen Entwicklung aufklären werden.

Nach der Publication meiner Untersuchungen unternahm E. Metschnikoff[1]) im Jahre 1868 die Prüfung meiner Angaben der Entwicklung, und zu meinem Erstaunen kam er zu ganz anderen Schlüssen, er behauptete, dass zwischen der Entwicklung der Ascidien und Wirbelthiere keine Analogie existire, dass meine Angaben über die Entwicklung des Nervensystems unrichtig seien. Er schloss aus seinen Studien, dass die Ascidien eine grössere Aehnlichkeit in ihrer Entwicklung mit den Arthropoden und Hirudineen als den Wirbelthieren besässen. Seine Resultate publicirte er nur in Form einer vorläufigen Mittheilung, ohne irgend welche Beweise über die Unrichtigkeit meiner Studien anzuführen. Bei der weiter folgenden Beschreibung der einzelnen Stadien werde ich nun noch Gelegenheit haben, die Angaben Metschnikoff's genauer zu besprechen.

Prof. Kupffer, in einem schon oben citirten Aufsatze, beschreibt die Entwicklung der Ascidia canina und stimmt in vielen einzelnen Beobachtungen mir bei, erkennt vollständig und erweitert bedeutend meine schon früher ausgesprochene Deutung über die Verwandtschaft zwischen Ascidienlarven und Wirbelthieren. Es ist nur zu bedauern, dass das ungünstige Material, welches Kupffer zu Gebote stand, ihm nicht erlaubt hat, tiefer in die einzelnen Vorgänge einzudringen, ja sogar ihn einige Male zu falschen Deutungen geführt hat.

Indem ich mich nun jetzt zu meinen neueren Beobachtungen wende, möchte ich nur bemerken, dass meine Untersuchungen an mehreren Ascidienarten (Asc. intestinalis, mammillata, mentula, clavellina) angestellt wurden und in ihren Resultaten sehr übereinstimmend sind; in der folgenden Beschreibung werde ich mich an die Entwicklung der Phallusia s. Ascidia mammillata halten, sobald ich nicht besonders andere Arten angebe.

Ich werde meine Beschreibung in zwei Theile scheiden: in dem ersten werden wir die Bildung der Larve, in dem zweiten die der Ascidie studiren. Bei den einzelnen Beschreibungen werde ich mich an die

---

1) Bulletin de l'Acad. imper. de St. Petersbourg. T. XIII. 1869, p. 293.

von Kupffer beliebte Eintheilung halten, um die Vergleichung zu erleichtern.

I. Die Entwicklung der freibeweglichen Larve.

Kupffer beginnt seine Beschreibung mit der Schilderung der Eibildung, womit ich, was die einzelnen eigentlichen Eitheile anlangt, vollständig übereinstimme und nur insofern davon abweiche, als ich meine frühere Meinung über die Abstammung der gelben Zellen — Testazellen Kupffer's — von den Zellen des Follikels aufrecht halte.

A. Babuchin stellte im Jahre 1867 in Triest, als ich meine Studien über die Ascidien wiederholte, Beobachtungen über die Entstehung der Testazellen an und bestätigte und erweiterte meine Angaben, dass diese Zellen aus dem Epitheil des Follikels abstammen. Ich habe jetzt wieder diese Beobachtungen geprüft und gebe hier Zeichnungen von der Entwicklung derselben. Die Zeichnungen habe ich von den sich entwickelnden Eiern der Ascidia intestinalis entworfen, da diese Spezies auch Kupffer zugänglich ist und von ihm geprüft werden kann.

Was die Zubereitung des Präparats betrifft, so erhielt ich die schönste Ansicht, wenn ich durch einen in Chromsäure-Lösung ($^1/_2$—1^0) erhärteten Eierstock feine Schnitte anfertigte.

Der jüngste von mir dargestellte Follikel (Fig. 1) stimmt mit dem, welchen Kupffer auf seiner ersten Figur darstellt; ich finde nur mehr Zellen, welche dessen Epithel bilden. Auf dem folgenden Follikel (Fig. 2) sehen wir nun, dass die Epithelzellen sich schon bedeutend vermehrten und dass einige von denselben etwas in den Dotter hineinragen, so dass sie sich von der Follikelwand fast ganz abtrennen und in den Dotter treten. An dem Follikel, welcher auf der Fig. 3 dargestellt, ist der Hereintritt der Zellen des Follikel-Epithels in die oberflächliche Schicht des Dotters schon vollzogen, dazu sind die Zellen bedeutend vermehrt und bilden ein fast vollständiges, wenn auch noch plattes Epithel um den Dotter. Ein Querschnitt eines schon der Reife viel näheren Eies (Fig. 4), dem Stadium entsprechend, welches Kupffer auf seiner Fig. 3 darstellt zeigt uns weiter, dass die in den Dotter eingetretenen Zellen ein vollständiges Cylinder-Epithelium bilden und schon gelblich gefärbt sind. Nach aussen werden sie von den äusseren Epithelialzellen des Follikels umgeben, welche unterdessen ihr netzartiges Aussehen

angenommen haben. Der Kern und der Kernkörper des Eies behalten auf allen diesen Stadien, wie es auch die Figuren angeben, eine und dieselbe Grösse. Je weiter die Eier in den Eileiter gelangen, um so mehr wachsen die Zellen a. Fig. 1 und 2 zu Strahlen aus. Die Strahlen bestehen aus einem hellen centralen Bläschen und netzförmiger Substanz. Die centralen Bläschen (b. Fig. 4) stammen von dem Kerne der Epithelialzelle und sind immer wasserhell, etwas fettartig, das Licht stark brechend. Kupffer zeichnet diese Bläschen (Fig. 5) gelb, was ich bei keiner Ascidie gesehen habe.

Die gelben Testazellen bilden bei der Ascidia intestinalis eine zusammenhängende Reihe, aber nur in einer Schicht, nicht aber in mehreren Lagen, wie es Kupffer auf den Fig. 4, 5 und 6 darstellt, falls ich die Zeichnungen nicht missverstehe. Bei der A. mammillata und mentula sind die gelben Testazellen viel sparsamer, wie ich es auf meiner Fig. 1 der früheren Abhandlung dargestellt habe. Was die Abstammung der Gallertschicht anlangt, welche das Ei umgibt, so wird es von den Testazellen, zu der Zeit diese noch ein dichtes Epithel um das Ei bilden, abgesondert, und an den Eiern der A. mammillata, wo die Testazellen viel sparsamer sind, tritt auch die Gallertschicht viel früher auf als bei den von A. intestinalis.

Mit dieser Beschreibung ist nun die Möglichkeit einer freien Zellenbildung wenigstens für die Testazellen der A. intestinalis, mammillata, mentula und Clavelina abgewiesen; ich erlaube mir aber noch ein Wort über das Beispiel der freien Zellenbildung, welches Kupffer anführt, hier zu bemerken. Es ist noch bei weitem nicht ausgemachte Sache, ob bei den Diptereneiern die Kerne der Blastodermzellen sich frei bilden, oder aus dem getheilten, aber in der Fettmasse nicht sichtbaren Kerne abstammen. Es ist überhaupt sehr leicht, den Kern, welchen man nicht sieht, als verschwunden anzusehen; in diesen Fehler fallen so viele Beobachter. So steht es auch mit der freien Bildung der Kerne; hat man ihre Entstehung nicht gesehen, so sagt man, sie sind freigebildet. Was die Neubildung der Kerne in dem Blastoderm des Fliegeneies anlangt, so wie die Bildung der Kerne vor der Furchung des Eies, so sind das alles Fragen, deren Entscheidung noch durchaus zweifelhaft ist. Um die freie Bildung der Kerne im Ei zu behaupten, muss man sowohl das Verschwinden der Kerne im Ei Schritt für Schritt verfolgen, als auch ihre Neubildung direkt beobachten.

Nach der Furchung des Ascidieneies entsteht eine kleine Fur-

chungshöhle, welche bei allen von mir untersuchten Ascidien, also auch bei der A. intestinalis, von einer Schicht von Zellen umgeben ist. Die Richtigkeit dieser Beobachtung wurde mir auch von Metschnikoff zugestanden. Kupffer zweifelt, dass die Sache so vorginge, und sagt, dass vor der Einstülpung des Darmsackes die Furchungshöhle »jedenfalls nicht von einfacher Zellenlage umgeben ist« (p. 15), und verweist auf seine Fig. 7, auf welcher aber gar keine Höhle gezeichnet ist; deshalb glaube ich, dass ungeachtet der Angaben von Kupffer, entweder die Einstellung des Mikroskops nicht central war, oder die Zeichnung von einem Ei entworfen ist, an welchem die Einstülpung oder wenigstens eine bedeutende Abflachung auf der entgegengesetzten Seite schon begonnen hat; zu der letzteren Meinung führt mich besonders die Bemerkung von Kupffer (p. 15), »dass die die Höhle zunächst umgebenden Zellen anders gefärbt sind« und die andere Färbung, wie die Fig. 8 von Kupffer zeigt, nur der eingestülpten Schicht angehört. Die Eier der Ascidia intestinalis sind zu undurchsichtig, um den ganzen Vorgang so deutlich zu sehen, wie bei den andern Ascidieneiern, aber bei der Aufhellung derselben mit starker Essigsäure sehe ich die Umgrenzung der Furchungshöhle von einer Schicht von Zellen ganz deutlich. Ich hoffe, dass Kupffer bei einer neuen Prüfung dieser Frage zu derselben Ansicht kommen wird.

Die Einstülpung beginnt durch eine einseitige Abflachung des Eies; im optischen Querschnitte sieht man bei der Ascidia mammillata, wie die vier länger gewordenen Zellen der einen Seite des Eies sich einstülpen, bald aber kürzer und breiter werden, und die seitlichen sich theilen (Fig. 5 und 6); eine Stunde später beobachtet man, dass der eingestülpte Raum sich etwas nach einer Seite, und wie es sich weiter erweist, nach vorn erweitert (Fig. 7) [1]. Beobachtet man dies Stadium von oben (Fig. 8), so sieht man die Einstülpungsöffnung schon etwas seitlich liegen, etwas nach hinten gerückt. Der Buchstabe c gibt das vordere, b das hintere Ende der Oeffnung an. Von diesem Stadium an können wir schon zwei Keimblätter unterscheiden, von welchen jedes aus einer Reihe von Zellen besteht: das untere bac (Fig. 7), das obere bdc. Aus

1) Alle Figuren wurden vermittelst der Camera lucida entworfen und oben, unten, rechts und links wird immer so angegeben, wie es auf den Fig. gezeichnet ist und man unter dem Mikroskope sieht.

dem unteren entwickeln sich, wie ich schon in meinem früheren Aufsatze angegeben habe, der Darmcanal, die Muskeln und die Chorda, aus dem oberen die Haut und das Nervensystem. Was die Lage des Eies anbelangt, so ist es so gezeichnet, dass das obere Ende das Vorderende andeutet und die Einstülpungsöffnung die Rückenseite einnimmt. Die aus zwei Zellenschichten zusammengesetzte hohle Hemispähre wächst so zu sagen in zwei Richtungen, das vordere Ende des Embryo wächst nach vorn; der vordere Rand der Einstülpungsöffnung (c. Fig. 7, 8 und 9) wächst dagegen nach hinten, infolge dessen die Einstülpungsöffnung sich immer mehr und mehr verengt und an das hintere Ende des Embryo rückt; wir kommen somit von der Fig. 8, durch das Stadium Fig. 9, welches vom Rücken und in optischem Längsschnitte (Fig. 10) dargestellt ist, zu den Stadien Figg. 12 und 13, wo die Einstülpungsöffnung noch als ein kleines, auf der Rückenseite des Hinterendes des Eies befindliches Loch vorhanden ist. Auf den Stadien Fig. 13 sehen wir eine bedeutende Vertiefung auf dem Rücken des Embryo, welche von der Einstülpungsöffuung bis fast zum vorderen Ende reicht — das ist das erste Erscheinen der Rückenfurche.

Auf den Stadien Figg. 9, 12 und 13 treten schon Zellen auf, aus welchen meiner Meinung nach nur die Chorda, nach der Meinung von Metschnikoff Chorda und Nervensystem entstehen Wir werden deshalb ihre Lage und Beziehung zu den anderen Zellen hier etwas genauer schildern. Betrachtet man das Stadium Fig. 9 vom Rücken, so sieht man auf der Oberfläche eine Reihe von ganz einförmigen Zellen, welche das obere Blatt zusammensetzten (Fig. 10 o), und von der Einstülpungsöffnung (eo) bis zum vorderen Ende des Embryo reichen (Figg. 9 und 10); stellt man aber das Mikroskop etwas tiefer ein, so bemerkt man, dass die Zellen des unteren Blattes, welche die Einstülpungsöffnung unmittelbar umgeben (ch), von den anderen Zellen desselben Blattes etwas abstechen; im Längsschnitte (Fig. 10) fallen von diesen Zellen die zwei vor der Oeffnung liegenden auch etwas auf und sind von den anderen gewissermassen abgesetzt. Metschnikoff nennt die ganze Anlage hufeisenförmig und meint, dass aus zwei inneren Zellen (Fig 10 ch, Fig. 14 ch) sich die Chorda entwickelt und die zu den Seiten dieser zweien liegenden Zellen bilden die Nervenwülste. Die Zahl dieser Zellen erreicht auf dem Stadium Fig. 9 auf 12, zu 6 jederseits der Mittellinie. Auf dem optischen Querschnitte dessel-

ben Stadiums (Fig. 11), aus der Gegend der Einstülpungsöffnung zählt man im unteren Blatte acht Zellen, von denen die zwei oberen (ch, ch) auch durch ihr Ansehen von den anderen Zellen des unteren Blattes sich unterscheiden. Auf der Fig. 12 habe ich die Zellen des unteren Blattes dargestellt und die 12 Zellen der Chordaanlage. Auf dem folgenden Stadium (Fig. 13), wo sich die Rückenfurche gebildet hat, schimmern noch diese Zellen durch die Oberhaut — den Boden der Rinne — ganz deutlich durch. Im optischen Längsschnitte (Fig. 14 ch) sieht man sie sehr deutlich unter dem Boden der Rinne liegen. Die Entdeckung dieser hufeisenförmigen Chordaanlage gehört Metschnikoff, nur fiel er in den sonderbaren Fehler, dass aus dieser Anlage auch das Nervensystem abstamme.

Auf diesem Stadium sieht man die Ränder der Rückenfurche ganz deutlich auftreten (Fig. 13 r) und deren hinterer Rand hebt sich schon so hoch auf, dass er die hintere Hälfte der schon ganz engen Einstülpungsöffnung (eo) bedeckt. Die zwei etwas aufgehobenen Ränder (r), welche die Rückenfurche umgrenzen, habe ich in meiner früheren Abhandlung (Fig. 16) abgebildet und Rückenwülste genannt, ihre Beziehung zur Einstülpungsöffnung wurde aber damals von mir nicht erkannt. Diese Ränder der Rinne oder Rückenwülste beginnen nun sich aufzuheben, und dies geht besonders schnell am hinteren Ende vor sich, wo der hintere Rand der Rinne in Form einer Falte (Figg. 15, 16, 18 u. 20) die Einstülpungsöffnung überdeckt und sich nach vorn ausbreitend, hinten eine Art Blindsack bildet, welcher nur vermittelst der sehr klein gewordenen Einstülpungsöffnung mit der primitiven Darmhöhle — eingestülpten Höhle — communicirt. Was aber die Schliessung der Rinne anbelangt, so muss man nicht denken, dass die Ränder derselben einander entgegenwachsen, sich begegnen und verschmelzen, wie man es bei den höheren Wirbelthieren beobachtet, sondern geht die Schliessung in der Art vor sich, wie z. B. das Hervorwachsen der Embryonalhautfalten auf dem Embryo des Hühnchens, es wächst nämlich eigentlich nur der hintere Rand der Rinne oder die hintere Falte immer mehr und mehr nach vorne, selbstverständlich auf Kosten der sich aufhebenden Seitenränder der Rinne, welche durch ihre hinteren Enden in die Falte übergehen. Die Figg. 13, 15 und 18 stellen uns diesen Schliessungsact der Rückenrinne ganz deutlich dar.

Während der Schliessung der Rückenrinne ist die Einstülpungs-

öffnung von oben gar nicht mehr zu beobachten und man kann nur deren Rest an optischen Längsschnitten als eine feine Spalte sehen, vermittelst deren das sich schliessende Nervenrohr mit der Darmhöhle communicirt (Figg. 14, 16 und 20 eo). Gleichen Schritt mit der Schliessung der Rückenrinne haltend und auf einigen Eiern auch etwas vorauseilend, geht auch das Zusammentreten der chordabildenden Zellen zu einer scheibenartigen Anlage der Chorda. Wir haben die chordabildenden Zellen auf der Fig. 13 verlassen, wo dieselben in der Zahl von 12 zu beiden Seiten und vor der Einstülpungsöffnung lagen; mit der allmähligen Schliessung der Einstülpungsöffnung treten die zu beiden Seiten derselben liegenden Zellen zusammen, wobei sie sich vermehren und zu einer regelmässig ovalen Scheibe zusammentreten. Die Figuren 12, 13, 14, 16 und 19 ch stellen uns alle Uebergangsstadien dar. Wir haben schon oben gesehen, dass diese Zellen dem unteren Blatte angehören, und die optischen Längsschnitte der Figg. 14, 16 und 20 zeigen uns, dass dieselben auch immer unter den Zellen des oberen Blattes — welche den Boden der Rückenfurche bilden — liegen. Diese Zellenscheibe wurde von Metschnikoff als die Anlage des Nervensystems und der Chorda angesehen, und da dieselbe in dem Bereiche des unteren Blattes liegt, so meinte er hier etwas dem Aehnliches zu sehen, was Rathke von den Hirudineen angibt, nämlich in Bezug der Spaltung des Keimstreifs der Hirudineen-Embryonen in Muskel- und Nervenanlage. Dass nun diese Angaben nicht richtig sind, dass seine hufeisenförmige — wie sie Metschnikoff nennt — Anlage der Chorda und des Nervensystems nur die Chorda bildet und mit dem Nervensystem gar nichts zu thun hat, beweisen, hoffe ich, meine Zeichnungen, wo der Uebergang dieser Zellen zur Chorda Schritt für Schritt verfolgt wurde.

Jetzt kommen wir zum Stadium, welches ein Ausgangspunct für die weiterfolgende Entwicklung der Larve bildet, und da in derselben schon alle Organanlagen gebildet sind, so halte ich für passend, dieselben ganz genau zu beschreiben. Der Embryo dieses Stadiums ist auf den Figg. 18, 19, 20, 21 und 22 dargestellt. Von oben betrachtet (Fig. 18) sehen wir das hinten geschlossene Nervenrohr, an welchem man zwei Abtheilungen unterscheiden kann, die vordere a etwas breiter, deren vordere Hälfte noch gar nicht geschlossen ist, und die hintere, engere b. Die Wandungen des Rohres bestehen aus einer Zellenschicht (Fig. 20), die Hautschicht (c)

nicht gerechnet. Betrachten wir denselben Embryo von der Seite, im optischen Längsschnitte (Fig. 20), so sehen wir die Chorda (ch), dann nach vorn von derselben die Zellen des unteren Blattes (dd), welche etwas von der Chorda abgesetzt sind, und in einer Reihe den vorderen (dd) und unteren (dd') Theil des Embryo bedecken und hinten in die untere Zellenschicht der Rückenfalte (n) unmittelbar übergehen. Das Lumen zwischen der Chorda (ch) und den darunter liegenden Zellen des unteren Blattes (dd') ist zu einer einfachen Spalte verengert. Betrachtet man diesen Embryo von oben, nur mit etwas tieferer Einstellung des Mikroskops (Fig. 19), so sieht man in dem hinteren Theile die ovale Chordaanlage aus zwei Reihen von Zellen bestehen, dann an dessen Seiten die cylindrischen Zellen des unteren Blattes (m) und nach vorn den von einer Schicht von Zellen (dd) gebildeten Vorderarm. Die zu beiden Seiten der Chorda liegenden Zellen wurden zuerst von Metschnikoff beobachtet und richtig als Muskelzellen oder Zellen des Muskelblattes gedeutet. Kehren wir den Embryo um und betrachten die Zusammensetzung seines unteren Blattes von unten (Fig. 21), so finden wir, dass man auch von dieser Seite schon zwei Zellenschichten in dem hinteren Theile des Embryo unterscheiden kann; die Zellen dd, welche den vorderen Theil der Darmhöhle des Embryo aufbauen, setzen sich nach hinten in zwei Reihen (dd') fort und endigen mit einer Zelle. Zu beiden Seiten dieser doppelten Zellenreihe liegen jederseits die Zellen m des mittleren Blattes.

Um eine vollständige Idee von dem Verhältnisse der verschiedenen Zellenschichten zu erhalten, müssen wir noch einen Querschnitt des Embryo betrachten. Die Fig. 22 stellt uns einen Querschnitt durch den hinteren Theil des Embryo dar, in der Gegend der schon geschlossenen Rückenfurche. Die Haut besteht aus einer Schicht von Zellen; oben sieht man den Querschnitt des Nervenrohrs (n), darunter liegt die aus drei Zellen auf dem Querschnitte zusammengesetzte Chorda (ch), unter der Chorda liegen die zwei etwas körnig aussehenden Zellen (dd'), welche die Fortsetzung der Darmwandung in diesen Theil des Embryo darstellen, das sind die Zellen des Darmdrüsenblattes. Jederseits der Chorda liegen drei Zellen (m), oder wenn das Mikroskop näher dem Hinterende eingestellt ist, nur zwei, welche denen entsprechen, die wir auf den Längsschnitten Fig. 19 und 21 als dem mittleren Blatte angehörend bezeichnet haben, es sind also die Zellen des Muskel- oder mittleren

Blattes. Wird das Mikroskop dem vorderen Ende näher eingestellt, so finden in den Querschnitten folgende Veränderungen statt: Anfangs schwindet Chorda, dann die Nervenröhre, die Muskelzellen, und wir begegnen endlich auf dem Querschnitte nur der Rückenfurche und dem Darmrohr.

Werfen wir jetzt noch einen Blick im Allgemeinen auf das im Detail beschriebene Stadium und legen den einzelnen Zellenreihen oder Zellenschichten, welche zur Bildung nur gewisser Organsysteme bestimmt sind, die Benennungen der Keimblätter bei, so erweist sich, dass an der Zusammensetzung des Embryo drei Keimblätter Theil haben. Das obere Blatt bildet die Epithelialschicht, welche den Embryo allseitig bedeckt und sich unmittelbar in die Rückenfurche fortsetzt. Dieses Blatt stammt unmittelbar aus dem von uns schon früher benannten primitiven oberen Blatte, welches man bis zu den Fig. 5, 6 und 7 (b c d) verfolgen kann und welches die Schicht des einzelligen Blastoderm darstellt, in welche dessen entgegengesetzte Seite sich hineingestülpt hat. Was die inneren Theile des Embryo anbelangt, so bestehen dieselben aus dem Darmdrüsenblatte (dd, dd'), welches im vorderen Theile den Vorderdarm bildet und nach hinten in einer aus zwei Zellen zusammengesetzten Reihe bis zum hinteren Ende des Embryo sich fortsetzt. Ueber der Zellenreihe des Darmdrüsenblattes liegt in der hinteren Hälfte des Embryo die Chorda und an den Seiten derselben und des Darmdrüsenblattes liegen jederseits die Zellen des mittleren oder Muskelblattes (Fig. 19, 21 und 22 m), Was die Abstammung des Muskelblattes anlangt, so lehrt ein Blick auf die Fig. 11, 12, 19 und 22 und deren Erklärung und Beschreibung, dass dasselbe zusammensetzende Zellen aus den Zellen m Fig. 11 kommen und dass sie deshalb eigentlich nur die im hinteren Theile des Embryo seitlich liegenden Zellen des unteren Blattes sind; dass also das mittlere Blatt unmittelbar aus den Zellen des primitiven unteren Blattes (Fig. 6 und 7 b a c) abstammt. Wir finden somit bei dem von uns gleich besprochenen Embryo (Fig. 18) alle die Keimblätter, welche man bei den Wirbelthieren annimmt, und ganz in der entsprechenden Lagerung.

Nach dieser Auseinandersetzung der allgemeinen Anlage des Embryo wende ich mich nun jetzt zur Schilderung der einzelnen Organsysteme bis zur Ausbildung der schwimmenden Larve. Als Ausgangspunct wird uns das eben beschriebene Stadium dienen.

Wir werden anfangs die allgemeinen Formveränderungen erwähnen, weiter die Bildung der Haut und ihrer Anhänge, des Nervensystems, der Chorda, des Muskelsystems und des Darmcanals sammt der Anlage der Respirationsorgane behandeln. Bevor wir aber zur Schilderung der einzelnen Systeme übergehen, will ich noch von den früheren Angaben über die schon beschriebenen Stadien einige Worte sagen.

Was meine eigenen früheren Angaben anlangt, so war deren Hauptfehler, dass ich den Rest der Einstülpungsöffnung am hinteren Ende der Rückenrinne übersah; im Uebrigen schilderte ich die Bildung der Rinne fast in derselben Weise, wie ich es jetzt beschreibe; Kupffer (p. 19) drückt sich über meine Beschreibung der Rinne folgenderweise aus: »Wenn ich seine Figg. 13, 14 und 18 zu Rathe ziehe, so würde dasjenige Ende der Furche, das nach der Stelle der früheren Mündung des Darmsackes sähe, das hintere werden, d. h. der Richtung des späteren Schwanzes zugekehrt sein.« Das ist auch in der That so, wie es meine neueren Beobachtungen zeigen. Kupffer stimmt mit diesen Angaben nicht überein, weil er die Meinung vertritt, die Einstülpungsöffnung liege auf dem vorderen Ende des Embryo, da wo später die Haftpapillen entstehen (p. 55), was ich nicht zulassen kann; übrigens sind die eigenen Angaben Kupffer's (p. 19), wie über die Bildung der Rückenfurche so auch über die letzte Schicksale der Einstülpungsöffnung sehr unbestimmt. Er meint, dass das Nervensystem als ein fester Strang auftrete (Fig. 12) unter der Furche, und weicht also nur insoweit von Metschnikoff ab, dass er die Zellen der Nervenanlage vom oberen Blatte abstammen lässt. Metschnikoff beschreibt dieselben auch als unter der Furche liegend, leitet sie aber vom unteren Blatte ab. Die Rückenfurche ist von den beiden Forschern nicht als die eigentliche Anlage des Nervensystems angesehen, womit ich in keiner Weise übereinstimmen kann, indem ich das ganze centrale Nervensystem unmittelbar aus dem Epithel der sich zum Rohre schliessenden Rückenfurche ableite. Die Figg. 13, 15 und 18 und deren Längs- und Querschnitte Figg. 14, 17, 20 und 22 sind genau mit der Camera lucida, Zelle nach Zelle gezeichnet. Ueber die vollständige Naturtreue dieser Figuren habe ich nicht den geringsten Zweifel. Die so abweichenden Angaben von Metschnikoff über die Bildung des Nervensystems habe ich schon zum Theil oben besprochen. Er leitet das Nerven-

system von den unter der Rückenfurche liegenden Zellen des unteren Blattes, aus welchen meinen Beobachtungen nach die Chorda entstehe. Die Rückenfurche scheint er gar nicht beachtet zu haben, da er dieselbe mit der Bauchrinne der Arthropoden und Hirudineenembryonen[1]) vergleicht, wo sie bekanntlich sich nie schliesst und keine wichtige Rolle in der Bildung irgend welcher Organe spielt. Auch kann ich mit diesem Forscher gar nicht übereinstimmen, wenn er sagt: »Indem ich die Einstülpungsöffnung niemals verschwinden sah und da genau auf derselben Stelle später die Mundöffnung auftritt, so ist es mir sehr wahrscheinlich, dass die letztgenannte Oeffnung aus der ursprünglich durch Einstülpung entstandenen Oeffnung direkt hervorgegangen ist.« Ich habe schon oben, bei der Beschreibung der Bildung und Schliessung der Rückenfurche, darauf hingewiesen, dass die Einstülpungsöffnung von den Medullarwülsten (hintere Ränder der Rückenfurche) umgeben ist, dass sie am hinteren Ende der Rückenfurche liegt, also ganz am hinteren Ende des Körpers (Fig. 14, 17, 20 c), und dass sie vollständig schwindet. Diese Oeffnung kann also in keiner Weise genau auf derselben Stelle liegen, wo später die Mundöffnung entsteht.

Aeussere Form. Der Embryo, welcher uns als Ausgangspunct dient (Fig. 18), hat eine ovale Gestalt und ist nach hinten etwas verengert. Bei der weiteren Entwickelung geht sein Wachsthum und seine Krümmung nach unten, wie es die Figg. 23, 25, 29 und 34 zeigen. Dieser nun immer mehr auswachsende und sich dabei gleichartig verjüngende Theil ist der Schwanz der sich entwickelnden Larve. Er wächst als eine einfache Verlängerung des Hinterendes, immer in der Längsrichtung zum Embryo, also ganz in derselben Weise und Richtung wie der auswachsende Schwanz der Wirbelthiere, dabei selbstverständlich krümmt er sich nach unten und bei A. mammillata umschlingt er fast ringförmig den ganzen Körper der Längslinie nach. Anfangs ist der Schwanz vom eigentlichen Körper sehr wenig abgesetzt (Fig. 23, 25); aber da er nun bedeutend länger wird und gegen den Körper der Larve in einem sehr spitzen Winkel sich neigt (Fig. 29, 34), so erleidet dieser Theil

---

1) p. 23 Kupffer's Aufsatz. Da ich die Mittheilung von Metschnikoff jetzt nicht zur Hand habe, so berufe ich mich auf die Citate, welche Kupffer aus demselben macht, und das was ich mir aus demselben erinnere oder notirt habe.

der Larve oder dessen Haut eine Biegung oder Art Faltung der Oberhaut, welche bis zur Höhe der Chorda sich fortsetzt. Was das Auswachsen des Schwanzes der Larve anlangt, so sagten alle früheren Beobachter und auch der letzte, Kupffer, dass er unter einem Winkel zum Körper der Larve auswächst und noch dazu seitlich liegt. Der Grund dieser fehlerhaften Ansicht liegt einfach darin, dass die Stellung des Embryo auf den früheren Stadien nicht genau bestimmt war und zu verschiedenen Ansichten von der Beziehung zwischen Schwanz und Körper der Larve führte, Ansichten, welche nach der Aufklärung des ganzen Vorganges man jetzt kaum zu discutiren braucht. Der Larvenkörper selbst ist nach dem Auswachsen des Schwanzes fast rund (Fig. 25), und weiter, während der Ausbildung der Sinnesorgane erhält er eine etwas längliche, von oben selbst viereckige, nach hinten verengerte Form (Fig. 27, 28), und bei weiterer Entwicklung wird er immer länger und länger, bis er die länglich ovale Form der ausgewachsenen Larve erhält. Beim Ausschlüpfen aus dem Eie ist der Körper noch etwas zusammengekrümmt und nur allmälig wird er grade. Schon an den früheren Stadien verdickt sich die Haut am vorderen Ende der Larve und die Verdickungen wachsen nach dem Ausschlüpfen zu den bekannten Haftpapillen aus,

Haut. Die Oberhaut besteht während der ganzen Entwicklung aus einer einfachen Zellenschicht; die anfangs cylindrischen Zellen werden allmälig flacher und dünner; dabei erscheinen in ihrem Inhalte stark lichtbrechende Körperchen, welche die ganze Zelle ausfüllen (Fig. 36 f. f.). Besondere Organe, ausser den Hautpapillen, habe ich nicht beobachtet. Die Haftpapillen sehe ich als Drüsen an, welche eine klebrige Substanz abscheiden, die zur Anheftung der Larve dient. Das am vorderen Ende der Haftpapille ausgetretene Secret gibt den Anschein, als wären die Papillen Saugnäpfe, wie es von Krohn angegeben ist.

Nervensystem. Ueber das erste Erscheinen der Rückenfurche und deren Schliessung haben wir schon oben gesprochen. Das sich schliessende Nervenrohr besteht aus zwei ziemlich deutlich abgesetzten Theilen (Fig. 18): dem vorderen (a) breiteren, welches auch auf dem breiteren Vordertheil des Körpers liegt, und dem hinteren (b) etwas engeren. Wie das vordere, so erreicht auch das Hinterende des Rohrs auf diesem Stadium das Ende des Körpers nicht; das hintere Ende des Nervenrohrs setzt sich bis zum

hinteren Ende der darunter liegenden Chorda fort, die Grenze des vorderen Endes ist nicht genau ausgesprochen, doch erreicht dieselbe den Rand des Körpers nicht. In dieser verhältnissmässig unbedeutenden Ausbreitung der Nervenrinne weichen die Ascidien bedeutend von den höheren Wirbelthieren ab, stimmen aber fast vollständig mit der sehr ähnlichen Bildung und Ausdehnung der Rückenfurche beim Amphioxus überein. Der Zusammenhang der Höhle des hinten schon geschlossenen Nervenrohrs mit der darunter liegenden Höhle des Darmes kann jetzt gar nichts Befremdendes mehr haben, da ich diesen Zusammenhang schon an vielen Wirbelthieren beschrieben habe. Nämlich beim Amphioxus [1], bei den Plagiostomen [2], bei den Acipenseriden [3] und Axoloten [4] und nach meinen noch nicht gedruckten Beobachtungen über die Knochenfische [5])

---

1) Nach meinen neuen, in den Zapiski der Kiew'schen Gesellschaft der Naturforscher (Bd. 1 Heft III. p. 305 Taf. XIV.) gedruckten Untersuchungen ergibt sich, dass die Einstülpungsöffnung beim Amphioxus Embryonen nicht in den Anus übergeht, wie ich es früher angab, sondern auf den Rücken hinaufrückt und von der Rückenfurche umwachsen wird; oder mit andern Worten: die Ränder der Einstülpungsöffnung oder des Rusconischen Afters sind die hinteren Enden der Rückenfurche. — In derselben Schrift habe ich auch weiter gezeigt, dass das mittlere Blatt beim Amphioxus sich aus dem unteren bildet, also geht die Furchungshöhle des Amphioxus nicht in die Leibeshöhle über.

2) Beiträge zur Entwicklung der Rochen und Haie nach Untersuchungen an Mustellus laevis und Acanthias vulgaris. Zapiski der Kiew'schen Gesellschaft der Naturforscher Bd. 1 p. 163 Taf. VII. Figg. 17, 18.

3) Die Entwicklung der Störe, bearbeitet von A. Kowalevsky, Owsjannikow und N. Wagner. Bulletin de l'Academie imper. des Sciences de St. Petersbourg. T. VII. 1869 p. 176.

4) Nach Beobachtungen von Herrn N. Bobretsky, die mir freundlich mitgetheilt wurden.

5) Nach meinen Beobachtungen über die Knochenfische besteht der Keimwall aus zwei Blättern — oberen und unteren, — welche an den Rändern ineinander übergehen. Aus dem oberen entwickelt sich Haut und Nervensystem, aus dem unteren Darmdrüsenblatt und mittleres Blatt. Das Lumen des sich sehr spät schliessenden Darmcanals geht in das Lumen des Nervenrohrs über. Nach der Bildung des Anus geht das Stück des Darmcanals, welches zwischen dem Anus und hinteren Ende des Schwanzes liegt, zu Grunde durch Verfettung. Diese Beobachtungen wurden an den Eiern von Plattessa passer, Lota vulgaris und mehreren Fischeiern, welche ich auf der Oberfläche des Meeres mit dem Müller'schen Netze fischte, angestellt.

gehen bei denselben die verdickten Ränder der Keimhaut — Keimwall (Kupffer), — welche das Dotterloch oder den Rusconischen After umgeben, auch in die Medullarwülste über.

Während der nun erst auftretenden Formveränderungen des Nervenrohrs bei dem Auswachsen des Schwanzes beginnt die Verkleinerung des Spalts c, welcher dabei ganz das vordere Ende des Embryo erreicht und sehr klein wird (Figg. 23, 24 r). Diese Oeffnung wurde von mir schon in der früheren Schrift über denselben Gegenstand erwähnt und besonders betont, da ich dieselbe einer ähnlichen Oeffnung beim Embryo des Amphioxus verglich, wo sie auch sehr lange persistirt. Bei den weiteren Stadien (Fig. 25) schliesst sich aber auch diese Oeffnung vollständig, es bleibt von derselben auf der Oberfläche keine Spur mehr, und zu gleicher Zeit schnürt sich damit das Nervenrohr seiner ganzen Länge nach von der Oberhaut ab.

Das hintere Ende des Nervenrohrs schreitet bei seinem Wachsthum ganz dem auswachsenden Schwanze nach; das Ende des Rohres und des Schwanzes bleiben bis zur vollständigen Ausbildung des letztern in derselben Entfernung voneinander. Entsprechend der Verdünnung des Schwanzes verdünnt sich auch das Nervenrohr immer, die Rückenseite des Schwanzes einnehmend. Bei diesem Auswachsen des Nervenrohrs nimmt besonders Antheil dessen hinterer Theil (b Fig. 18), nämlich der Theil, welcher die zweite Nervensystemblase zusammensetzt, und dazu noch sein hinterer (b′) Theil (Fig. 24). In Folge dieses nicht gleichmässigen Wachsthums der hinteren Hälfte (b Fig. 24) des Nervenrohrs zerfällt dieselbe ihrerseits in zwei Theile, ein dickeres (b) vorderes und ein engeres hinteres (b′) Stück, und nun erscheint das ganze Nervenrohr aus drei Theilen — Blasen — bestehend, welche bereits definitive Bildungen sind. Das vordere Ende oder die Gehirnblase, Sinnesblase oder erste Blase; dann die zweite Blase oder Rumpfblase, welche viel kleiner ist und immer über der Chorda liegt und bei ausgewachsener Larve am hinteren Ende des Rumpfes, und schliesslich der dritte Theil, Schwanztheil des Nervensystems oder Rückenmark der Larve. Zwischen den zwei vorderen Nervenblasen findet sich noch ein verengerter Theil[1]) (Fig. 33).

1) Eine Zusammensetzung des embryonalen Nervensystems aus drei Blasen ist besonders bei den Salpen ausgesprochen. Nachrichten der Kön. Gesellsch. der Wissensch. in Göttingen. 1868 N. 18 p. 410.

Von dem histologischen Bau des Nervensystems kann man in den jüngeren Stadien eine sehr schöne Ansicht haben, da es ein überall aus ganz regelmässigen, ziemlich grossen Zellen bestehendes Rohr ist. Die Zellen in dem vorderen Theil sind besonders gross und haben die regelmässige Cylinderform, aber nach hinten und namentlich in dem Schwanztheile werden sie bald zu ganz flachen Zellen, welche aber selbst noch bei den Larven mit schon bedeutend ausgewachsenem Schwanze ein Rohr bilden und ein Lumen umgrenzen, wovon man auf dem optischen Querschnitte des Schwanzes sich überzeugen kann. In der ausgewachsenen Larve lagern sich die Zellen in den zwei vorderen Blasen des centralen Nervensystems zu zwei und mehr Schichten, werden rundlich und verlieren ihre frühere scharfe Begrenzung; Nervenfäden habe ich nicht finden können.

Es bleibt uns noch jetzt die Entwicklung des Gehirns oder der Sinnesblase genauer zu beschreiben, von dem Stadium Fig. 25 an. Wir haben schon gesagt, dass die vordere Oeffnung — der Rest der Rückenfurche — sich vollständig schliesst und also das Nervenrohr sich vom oberen Blatte abtheilt. Gleich nach der Schliessung nimmt die ganze Gehirnblase eine ovale Form (Fig. 27) an, vorn und hinten etwas ausgezogen, dabei bestehen ihre Wandungen aus einer Reihe gleichmässiger cylindrischer Zellen (Fig. 27).

Bald nach der Schliessung des letzten Restes der Rückenfurche beginnt die Bildung der Sinnesorgane. Beobachtet man nämlich den Embryo von der Rückenseite, so sieht man (Fig. 28) die rechte Wand der Sinnesblase in der Mitte etwas eingeschnürt, und zu gleicher Zeit werden die Zellen des hinteren Theils nach hinten etwas abgesetzt (Fig. 28). Etwas später sieht man im vorderen Theile der rechten Hälfte, in dessen oberer Wand, das Auftreten von schwarzem, körnigem Pigment in einer etwas vergrösserten und schärfer begrenzten Zelle (Fig. 30 ot). Untersucht man diesen Embryo von der Seite (Fig. 29), so findet man, dass das Pigment sich wirklich in einer Zelle (ot) der oberen Wand ansammelt und zwar in dem Ende der Zelle, welches nach der Höhle der Sinnesblase gerichtet ist; weiter sieht man auf derselben Figur, dass der hintere obere Theil der Gehirnblase viel dünner geworden ist, dass denselben zusammensetzende Zellen sich von der Rücken- auf die rechte Seite bedeutend verschoben haben, und in der That, besieht man diesen Embryo von der Rückenseite etwa eine Viertelstunde später,

so erkennt man, dass die hintere rechte Hälfte der Sinnesblase sozusagen in eine Art Buckel (Fig. 31) auswächst, dessen Zellen jetzt sehr deutlich sind, immer cylindrisch, aber viel enger geworden. Die pigmentirte vordere Zelle hat sich unterdessen von der Rückenseite verschoben und liegt jetzt auf der rechten Wand der Blase. Auf dem Stadium Fig. 29, 30, o. nl. beginnt die Bildung der Mundöffnung und der Kloaken, welcher wir hier nur Erwähnung thun, um die Figur verständlich zu machen. Weiter schiebt sich die vordere pigmentirte Zelle auf die rechte Seite der Blase und am Grunde der Zellen des hinteren abgesetzten Theils der Blase erscheinen sehr feine Pigmentkörner (Fig. 31). Gleichen Schritt mit diesen Veränderungen in der Zusammensetzung der rechten Wand der Sinnesblase haltend sieht man auch in dessen linker Seite die Verdickung des hinteren Theils (Fig. 31), welche bald sehr bedeutend wird.

Die vordere pigmentirte Zelle, welche wir vermuthlich als einen Gehörapparat gedeutet haben, schiebt sich von der rechten Wand der Blase nach unten, so dass sie auf den Boden der Blase kommt, wie es die Fig. 32 uns zeigt. Auf der Fig. 34 sehen wir dies Organ schon vollständig gebildet, sein Pigment, das Anfangs in sehr feinen Pünctchen auftrat (Fig. 30), um später zu schwarzen, scharf umschriebenen Kugeln sich zu gestalten (Fig. 33), ist jetzt zusammengeschmolzen und bildet eine hutartige Bedeckung auf dem hellen Stiele. Das ganze Organ bildet sich blos aus einer Zelle, und während des Auftretens des Pigments und selbst der Verschiebung der Zelle auf die Seitenwand der Blase kann man noch den Kern der Zelle beobachten, später aber schwindet er vollständig und der ganze Zellenkörper wird stark lichtbrechend. Kupffer sagt, der Körper sei oval, ich möchte es lieber conisch nennen mit den abgerundeten Rändern der Basis und der Anheftung mit dem spitzen Ende. Das zweite Organ, oder das Auge, welches wir auf der Figur 30 verlassen haben, setzt sich immer mehr von der Blase ab und sieht jetzt wie eine Art Wulst aus (Fig. 31), dessen untere, etwas vertiefte und in die Höhle der Gehirnblase mündende Basis schon stark pigmentirt ist; von den Seiten beobachtet sieht man die scharfe hintere Contour dieses Organs, welches das Nervensystem von dieser Seite nun ganz bedeckt. Auf einem etwas weiteren Stadium zieht sich die Augenanlage in die Länge und wir erhalten die Fig. 34, welche von mir in meiner früheren Abhandlung

angeführt wurde. Ich bin nun damals zu dem Irrthum gekommen, dass ich die scharfe hintere Grenze des Auges für das hintere Ende des ganzen Nervensystems annahm; stellt man aber das Mikroskop etwas tiefer ein, so sieht man darunter die Fortsetzung des Nervenrohrs zum Rumpfganglion. Die Zusammensetzung des Auges besteht noch immer aus sehr deutlichen Cylinderzellen, deren innere Ränder stark pigmentirt sind. Es ist bis jetzt noch keine Spur von der Linse zu beobachten.

Um unsere Beschreibung der Sinnesblase zu beendigen, müssen wir noch über die Mündung der Sinnesblase in den Darm oder Kiemenhöhle der Larve sprechen. Wir haben schon auf der Fig. 29 gesehen, dass das vordere Ende der Gehirnblase sich nach vorne fortsetzt und dass die über dessen Fortsetzung liegenden Zellen der Haut hier sich einstülpen. Vor der Einstülpung der Haut wird eine Anzahl von scheibenförmig gelagerten Zellen der Haut von den anderen dadurch unterschieden, dass in denselben gewisse feine Bläschen auftreten, dann stülpt sich der centrale Theil der Scheibe etwas ein und trifft mit der vorderen Fortsetzung der Sinnesblase zusammen, die Zellenschichten der Scheibe und Gehirnblase verschmelzen und es entsteht eine unmittelbare Mündung der Sinnesblase nach aussen. Gleich darauf aber trifft auch der bedeutend nach oben ausgezogene Vorderdarm fast in derselben Stelle die Einstülpung der Haut und verschmilzt auch mit derselben. Da nun die Oeffnung des eingestülpten Theiles zum Mund wird, so bleibt die Mündung der Gehirnblase etwas tiefer und wird zu der bekannten Flimmerscheibe, von welcher aus die flimmernde Bauchrinne beginnt. Kupffer hat schon diese Mündung gesehen und erwähnt derselben auf p. 40 seiner Schrift, hat aber ihre Entstehung nicht verfolgt.

Die Larve, welche wir auf der Fig. 34 dargestellt haben, bewegt sich schon in den Eihäuten und durchbricht dieselben bald und liegt dann noch eine Zeit lang auf dem Boden des Gefässes, nur zitternde Bewegungen ausführend. Zu der Zeit bildet sich die Chorda vollständig aus und es entsteht die Linse. Die Ausbildung derselben zu verfolgen ist mir nicht gelungen, und ich kann nur die Vermuthung aussprechen, dass dieselbe aus drei Zellen entstehe, welche sich an den am meisten nach Innen hervorragenden Rändern der Augenanlage bilden und auf die Pigmentanhäufung schieben oder wachsen. Mehrfach schien es mir, diese Bildung unmittelbar beobachtet zu

haben, aber eine klare Idee über den ganzen Vorgang habe ich nicht gewinnen können. Dass es aber eigentliche Epithelialzellen der Gehirnblase sind, welche sich zu den verschiedenen Schichten der Linse verwandeln, schliesse ich auch aus den Missbildungen der Linse, bei denen die Linsenzellen weit von dem Pigment entfernt waren und in der Reihe der andern Epithelzellen steckten.

Resumiren wir jetzt die von uns gegebene Beschreibung des Nervensystems der ausgewachsenen Larve, so besteht dieselbe aus der vorderen, sehr entwickelten Sinnesblase (Fig. 38), die grade auf dem Rücken liegt und nur etwas nach rechts verschoben ist; diese Blase communicirt nach vorne mit der Mundhöhle und setzt sich nach hinten in das Rückenmark fort. Gleich hinter der Gehirnblase beobachtet man einen verengerten Theil, hinter welchem sich das Nervenrohr zu einem Rumpftheile oder Ganglion ausbreitet. Dieser Theil liegt schon seiner ganzen Länge nach auf der Chorda, unter welcher man den Oesophagus findet, und etwas weiter nach hinten die Darmschlinge. Im Innern beobachtet man einen sehr feinen Centralcanal; die denselben umgebenden Wandungen bestehen aus rundlichen Zellen, in zwei oder drei Schichten gelagert; es schienen mir aus diesem Ganglion einige Fäden zu den Seiten auszutreten. Das Ganglion liegt etwas schief, von der rechten nach der linken Seite sich richtend, und setzt sich nach hinten in das Nervenrohr des Schwanzes fort, dessen Wandungen aus einer Reihe von platten Zellen zusammengesetzt sind. Das Nervenrohr zieht sich auf die Rückenseite der Chorda, fast bis zu deren Unterende. Es liegt in einer Art Canal oder Rinne, deren Boden an der Chordascheide und Rändern von den die Chorda überragenden Muskelzellen gebildet ist (Figg. 38, 36).

Muskelsystem. Das erste Auftreten von Muskelzellen haben wir in den Zellen mm Figg. 19 und 22 gesehen, welche vom unteren Blatte stammend jederseits längs der Chorda gelagert sind und nach unten an das Darmdrüsenblatt, nach oben an das Nervenrohr anstossen (Fig. 22). Die Zellen des Muskelblattes setzten sich nach vorne, weiter als die Chorda reicht (Fig. 24, 25) und hier an den Seiten des Vorderdarmes liegen (Figg. 25, 27, 28 und 30). Diese Zellen sind anfangs fünf- bis sechseckig und liegen am hinteren Ende des auswachsenden Schwanzes zu zwei (Figg. 23 und 25), je mehr nach vorn zu drei jederseits des Schwanzes, am Rumpfe zu 4 und 5; wenn nun der Schwanz bedeutend auszuwachsen beginnt,

werden diese Zellen immer mehr und mehr länglich, scheinen sich aber nicht mehr zu vermehren; sie liegen zu drei jederseits des Schwanzes, wo sie auch die Seiten der Darmdrüsenblattzellen und des Nervenrohrs bedecken. Zur Zeit wenn zwischen den Chordazellen die Chordasubstanz sich abzuscheiden beginnt, fangen die Muskelzellen an, Contractionen auszuführen, und man bemerkt auf denselben eine schwache Längsstreifung, welche immer deutlicher wird; nach der Befreiung der Larve sieht man auch die Querstreifen auftreten (Fig. 36), welche durch alle drei Zellen sich ununterbrochen fortsetzen. Die vordersten Muskelzellen des Schwanzes befestigen sich an die Chorda etwas vor ihrem Vorderende (Fig. 38). Da die Muskeln des Schwanzes nur jederseits der Chorda liegen, so sind dieselben auch nur im Stande, den Schwanz nur nach der einen und anderen Seite zu bewegen, es können keine Bewegungen in vertikaler Richtung ausgeführt werden. Das sind die Veränderungen, welche diejenigen Zellen des mittleren Blattes durchlaufen, welche zur Seite der Chorda liegen, resp. am Schwanze; was aber die Zellen des mitleren Blattes anlangt, welche im Rumpfe die hinteren Seitentheile des Vorderdarms bedecken, so bilden sie sich nicht zu Muskeln um, weil es keine Muskeln im Rumpfe bei den Ascidienlarven gibt. Diese Zellen, welche anfangs (Fig. 29) dicht aneinander gedrängt liegen und die Form der sechseckigen Pflasterepithelzellen haben, beginnen auf dem Stadium Fig. 32 sich allmählig abzurunden, sondern sich und es treten in denselben grosse helle Blasen auf. Diese Zellen erfüllen anfangs das hintere Ende des Rumpfes, später aber rücken sie an die Seiten des Darmes bis an das Vorderende der Larve und wie wir später sehen werden, bilden diese Zellen die Blutkörperchen. Ich möchte hier nur bemerken, dass bei der Larve von Doliolum auch solche Seitenstränge des Muskelblattes zu beobachten sind, aber doch entwickeln sich aus denselben die Ringmuskeln; bei den Ascidien treten diese Zellen nur als embryonale Anlage der Muskeln auf, bilden sich aber nie zu Muskelzellen um.

Da wir jetzt über die künftigen Blutkörperchen zu sprechen begonnen haben, so wird es auch vielleicht am Orte sein, auch der Darmdrüsenblattzellen, welche im Schwanze liegen, hier Erwähnung zu thun, weil sie auch demselben Schicksal unterliegen; namentlich sobald die Larve zuckende Bewegungen zu machen beginnt (Fig. 34) bemerkt man, dass mit den im Schwanze liegenden Zellen des Darm-

drüsenblattes dasselbe vorgeht, was wir schon für die Zellen des mittleren Blattes, die im Rumpfe lagen, angegeben haben, nämlich sie sondern sich, werden rundlich, es treten in denselben helle Blasen auf und während der vollständigen Ausbildung der Chorda, sobald die Larve frei zu schwimmen beginnt, werden sie eine nach der anderen aus dem Schwanze verdrängt und gelangen in den hinteren Theil des Rumpfes, wo sie sich nun anhäufen (Fig. 35 m'). Bei gelindem Drucke der Larve kann man diese Zellen wieder in den Schwanz zurückdrängen, von wo aus beim Aufhören des Druckes sie in den Rumpf hineintreten. So gehen nun also die Zellen des Darmdrüsen- und mittleren Blattes, welche bei den Ascidien sich in kein Organ entwickeln, in die Blutkörperchen über; sie spielen bei den einfachen Ascidien keine wichtige Rolle, sind aber Embryonalanlagen, welche vielleicht eine Bedeutung haben werden bei der Erklärung der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Organen verschiedener Repräsentanten der Tunicaten.

Chorda. Es erübrigt aus dem Bereiche des mittleren Blattes noch über die Chordabildung einige Worte zu sagen. Die erste Anlage der Chorda wurde schon von uns besprochen; auf dem letzten von uns beschriebenen Stadium (Fig. 19) bestand die Chorda-Anlage aus zwei Reihen von Zellen in Form einer ovalen Scheibe; bei dem Auswachsen des Schwanzes fangen die Zellen an sich zwischen einander einzuschieben (Fig. 23 und selbst 20 von der Seite), bis aus zwei Reihen von Zellen nur eine einfache Reihe entstand; jetzt werden aber die Zellen sehr kurz und breit (Fig. 25). Weiter bei der Verlängerung des Schwanzes ziehen sich die Zellen in die Länge, indem sie dem entsprechend an Breite verlieren (Fig. 29). Es entsteht soweit eine Reihe von fast kubischen Zellen, zwischen denen in schon bekannter Weise die Chordasubstanz gebildet wird. Was die Zellen selbst anlangt, so liegen sie in der Chorda nur in einer Reihe. Es wurde, wenn ich mich nicht irre, von Metschnikoff angegeben, dass die Kerne in den Chordazellen während der Bildung der Chordasubstanz schwinden; das kann ich nicht bestätigen, ich sehe dieselben vielmehr persistiren und zuletzt die Chordascheide zusammensetzen. So habe ich auch in meiner früheren Schrift die Entstehung der Chordascheide beschrieben, was auch von Kupffer bestätigt wird; dagegen finde ich, dass Gegenbaur[1]) mir eine

1) Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Auflage p. 175.

ganz andere Ansicht über die Bildung der Chordascheide zuschreibt; er sagt nämlich: »Die Anlage der Chorda geschieht durch eine einfache Zellenreihe, die von einer bindegewebigen Scheide umgeben sein soll«; nach dem Worte bindegewebigen wird ein Fragezeichen gestellt, da ich aber nie eine ähnliche Entwicklung der Chordascheide angegeben habe, so halte ich für passend, diesen Irrthum hier zu corrigiren. Dass die Chordasubstanz keine Flüssigkeit, sondern eine festweiche Substanz ist, dafür hat Kupffer die besten Beweise beigebracht. Ich habe auch dasselbe angegeben und auf Taf. III die in Stücke zerbrochene Chorda abgebildet. Metschnikoff zieht als einen Beweis an, dass die Chorda eine Flüssigkeit, aber nicht eine besondere Substanz sei, dass bei der Einwirkung von Essigsäure dieselbe sich so verhalte, wie auch die Flüssigkeit in der Gehirnblase oder Sinnesblase, dass sie sich nicht verändere. Das ist aber wirklich ein nichts beweisender Grund, Metschnikoff möchte doch wohl auf demselben Präparate sehen können, dass die Mantelsubstanz von der Einwirkung der Essigsäure sich auch gar nicht verändert, und doch wird er dieselbe deshalb nicht für Flüssigkeit erklären wollen.

Da es kaum jetzt Jemand bezweifeln wird, dass die Chorda der Ascidien der Chorda der Wirbelthiere wie analog so auch homolog sei, so halte ich für passend, hier noch auf ähnliche Gebilde bei den andern Wirbellosen hinzuweisen. In meiner Schrift »Beiträge zur Entwicklung der Würmer und Arthropoden« [1]), bei der Beschreibung der embryonalen Entwicklung des Euaxes und Regenwurmes, habe ich gezeigt, dass das ganze Nervensystem dieser Würmer aus dem oberen Blatte, aus besonderen Medularwülsten entstehe, weiter dass das Neurilem aus dem mittleren Blatte abstamme und dass auch die grossen riesigen Röhrenfasern (Claparède) [2]), die nach aussen von dem inneren Neurilem liegen, auch aus dem mittleren Blatte stammen. Ihrer Abstammung, ihrer Lage (zwischen dem Nervenstrange und dem Darme) und selbst ihrem Aussehen und Structur nach sind dieselben vielleicht am meisten einer Chorda zu vergleichen, was ich auch schon ausgesprochen habe. Es wäre allerdings von grösster Wichtigkeit, ihre Entwicklung Schritt für Schritt

---

1) Memoires de l'Acad. d. St. Petersbourg. 1870.

2) E. Claparède. Histologische Untersuch. üb. d. Regenwurm, Zeitschr. f. wiss. Zool. B. XIX. p. 588—591.

zu verfolgen, was mir nicht gelungen ist. Jedenfalls ist dasjenige, was wir über diese Fasern wissen, besonders die Beschreibung von Claparède und ihre Abstammung aus dem mittleren Blatte, einer Vergleichung mit der Chorda sehr günstig. Claparède unterscheidet eine centrale helle Substanz oder Flüssigkeit und eine Scheide. Wenn Claparède noch zweifelt, ob diese Fasern doch noch vielleicht als Nervenfasern anzusehen sind, so ist ihre Entwicklung aus dem mittleren Blatte ein so wichtiger Grund gegen ihre Nervennatur, dass ich dieselben keineswegs für Nervenfasern ansehen kann.

Darmkanal, Kloaken und Kiemensack. Das Darmdrüsenblatt bildete auf der Fig. 21 einen am vorderen Ende geschlossenen Sack, dessen hinteres Ende nach hinten in eine Reihe von zwei, unter der Chorda liegenden Zellen sich fortsetzte. Auf den nächstfolgenden Stadien verändert sich die Darmanlage sehr unbedeutend, nur das vordere und hintere obere Ende des Vorderdarms richten sich etwas nach oben (Fig. 25); weiter auf der Stadie Fig. 29 rückt das Vorderende etwas mehr nach oben, wobei es um den vorderen Theil der Gehirnblase herumwächst; hier begegnet es sich mit der schon beschriebenen Mundeinstülpung und verschmilzt mit derselben (Fig. 32). Es entsteht auf diese Weise eine ganz neue Oeffnung, welche gar nichts mit der Einstülpungsöffnung zu schaffen hat; es bilden sich dabei, wie in der Oberhaut so auch in den Darmwandungen neue Oeffnungen, welche früher nicht existirten und in keiner Beziehung zur Einstülpungsöffnung sind. Wie auf dieser, so auch auf allen von mir weiter zu beschreibenden Stadien besteht die Darmanlage blos aus einer Schicht von Zellen, wie es die Zeichnungen deutlich zeigen. Schon auf früheren Stadien, während des etwas nach oben gerichteten Wachsthums des hinteren Endes des Vorderdarmes bleiben nur seine unteren Zellen mit den Zellen des Darmdrüsenblattes, welche im Schwanze liegen, in Verbindung. Auf der Fig. 29 sehen wir das hintere Ende des Vorderdarmes schon bedeutend nach oben gewachsen, wo er auch zwischen den Anfang der Chorda und der Sinnesblase eindringt. Der Zusammenhang der Zellen des Darmdrüsenblattes (dd'), welche im Schwanze liegen, mit dem Vorderdarm ist noch immer zu sehen, die beiden Zellenreihen treten bis an den Darm in der Gegend Fig. 29 a. Auf den folgenden verschwindet dieser Zusammenhang vollständig und die Zellen des Darmdrüsenblattes, welche im Schwanze liegen, erleiden die Verwandlung, welche wir schon oben beschrieben haben und welche in

ihrer Sonderung, dem sich Abrunden und der Umwandlung in die künftigen Blutkörperchen besteht. Obgleich also der im Schwanze liegende Theil des Darmdrüsenblattes keine Rolle in dem Aufbau des Embryo der einfachen Ascidien spielt, so will ich hier erwähnen, dass er mit dem Theile des Vorderdarms im Zusammenhange steht, wo das Hinterende des Endostyl liegt, also ganz an derselben Stelle, wo bei den Salpen und Pyrosomen der Darm sich ausstülpt zur Bildung des Darmes der auswachsenden Knospen. Beobachtet man diese Larve von oben, so sieht man, dass der hintere nach oben gerichtete Theil des Darmes ziemlich gleichmässig an beiden Seiten des Larvenkörpers liegt (Fig. 32 und 33). Aus dem vorderen Theile der primitiven Darmanlage entwickelt sich nun der Kiemensack aus dem nach oben und hinten gerichteten Vorsprung (Fig. 32, 34 d), der eigentliche Darm d. h. Oesophagus, Magen und Darm. Richten wir unsere Aufmerksamkeit auf den Vorsprung d, so bemerken wir, dass bei weiterer Entwicklung er sich nach unten und rechts krümmt (Fig. 34 und 35), der Theil ae zum Oesophagus, der Theil m zum Magen wird; aus dem Magen wächst nun noch links, dicht der unteren Wandung des Körpers anliegend, ein neuer Vorsprung, welcher sich auf die linke Seite der Chorda begibt und hier sich nach oben krümmend in der Nähe der linken Kloaken-Einstülpung zu liegen kommt (Fig. 38 end). Während dieser Zeit bildet sich auch das Endostyl, welches in Form einer doppelten Verdickung der unteren Darmwand sich in Gestalt zweier verdickten und an Vorder- und Hinterende ineinander übergehenden Lamellen der ganzen Ausdehnung des Kiemensackes entlang zieht. Stellen wir das von uns Gesagte etwas zusammen, so besteht also das Darmsystem der ausgewachsenen Larve aus den folgenden Theilen: der Mund (o), welcher am Rücken liegt und von welchem ein enger Gang in den Kiemensack — Mundhöhle — führt; am Kiemensacke unterscheidet man das Endostyl; aus dem oberen mittleren Theile des Kiemensackes, in der Gegend unmittelbar unter dem hinteren Ende der Sinnesblase, tritt der Oesophagus (oe) auf, welcher sich nach rechts begibt und in den Magen einmündet (Fig. 38 m); aus dem letzteren setzt sich nach rechts ein kurzer und dicker Darm fort (d), welcher in der Nähe der Kloakenanlage blind endigt. Die Wandungen des ganzen Darmcanals, sowie auch des Endostyls bestehen aus einer Reihe cylindrischer Zellen.

Es bleibt uns noch die Bildung der Kloaken und der Kiemen-

spalten zu verfolgen, welche schon während des Larvenlebens auftreten. Wir haben schon oben bei der Beschreibung der Gehirnblase darauf aufmerksam gemacht, dass hinter derselben, zu beiden Seiten des engeren Theils des Nervensystems, welches die Gehirnblase mit dem Rumpfganglion verbindet, sich zwei scheibenförmige Einstülpungen der Haut bilden. Die Bildung dieser zwei Hauteinstülpungen geht ganz in derselben Weise wie die Bildung der Mundöffnung vor sich, namentlich bemerkt man erstens, dass die scheibenförmig gelegenen Zellen ein etwas körniges Aussehen bekommen (Fig. 30 kl), und dann weiter das Centrum der Scheibe sich einzustülpen beginnt; die Figg. 31, 32 kl zeigen verschiedene Stadien dieser Einstülpungen. Bei der aus dem Eie ausschlüpfenden Larve haben dieselben die Form, wie es die Fig. 34 darstellt, und ihr Boden stösst an einen hervorgehobenen oder genauer ausgestülpten Theil des Vorderdarms. Diese beiden Hauteinstülpungen wurden von Metschnikoff Kloakenbläschen genannt. Metschnikoff hat aber ihre Entstehung nicht verfolgt. Kupffer sind die beiden Kloakeneinstülpungen unbekannt geblieben; er spricht nur von Anus, welchen er an derselben Stelle zeichnet, wie ich es in meiner früheren Schrift gezeichnet habe, beschreibt aber diese Bildung als eine Einstülpung der Haut ganz genau d. h. in derselben Weise wie die Entstehung der Mundöffnung; er gibt aber an, dass sich nur eine solche Scheibe — wie er sie nennt — bildet, es entstehen aber zwei, die Mundöffnung nicht gerechnet. Bei der Asc. mammillata verschmilzt die Kloakeneinstülpung nicht sogleich mit dem Enddarme, wie es Kupffer für die A. canina angibt, sondern ich habe noch lange nach der Entstehung der Kiemenspalten den Enddarm blind endigen sehen (Fig. 38), obgleich sein Ende ganz dicht an die Kloakenwand gedrängt war. — Es bleibt uns noch jetzt zu erklären, welchen Antheil die Einstülpungen an der Bildung der Kiemenspalten nehmen; dazu müssen wir aber zu dem Stadium, welches auf der Fig. 34 dargestellt ist, zurückkehren. Man beobachtet an diesem Stadium, dass der obere Theil des Vorderdarms sich an beiden Seiten als zwei Falten erhebt, welche bald so gross werden, dass sie einen Theil der Gehirnblase von den Seiten bedecken und ihr hinteres Ende (Fig. 34) jederseits dicht an die durch Einstülpung entstandene Kloake stösst. Nach dem Ausschlüpfen der Larve verschmilzt das Hinterende dieser Falte (Fig. 38) mit dem eingestülpten Theile der Kloake, und eine Zeitlang später

wächst aus der Falte ein zweiter blinder Fortsatz hervor, der auch mit dem Boden der Einstülpung verschmilzt. Die länglichen Spalten ks Figg. 37 n, 38 stellen also jetzt diejenigen zwei Kiemenspalten dar, welche nur nach der Metamorphose ihre volle Entwicklung erlangen. Sie sind die zwei ersten Kiemenspalten, welche von allen Forschern an der jungen Ascidie angetroffen werden. Der Raum (Figg. 37, 38 bb) zwischen den beiden Kiemenspalten stellt den Canal dar, durch welchen nach dem begonnenen Kreislaufe die Blutkörperchen zwischen den Kiemenspalten durchtreten.

Was die Lagerung der Analöffnung anlangt, so ist sie bei den Ascidienlarven auf die Seite geschoben, dagegen bei den einfachsten Tunicaten, bei den Appendicularien, liegt sie ganz nach unten, unter der Anheftung der Chorda, und zu deren Seiten münden die beiden Kiemenspalten oder Kloakenöffnungen.

Es wird allgemein angegeben, dass die Entwicklung des Herzens erst in der Ascidie beginnt, es ist aber nicht so; schon an den aus dem Eie ausgeschlüpften Larven kann man ganz deutlich die Anlage des Herzens in Form eines länglichen und geschlossenen Bläschens an der rechten Seite des Endostyl beobachten (Fig. 35 h). Die weitere Entwickelung geht nach der Anheftung der Larve vor sich.

Bevor ich die Beschreibung der Larve verlasse und zur Bildung der Ascidie mich wende, will ich noch über die Abstammung der Leibeshöhle der Larve einige Worte sagen. Vergleichen wir die Figuren von der beginnenden Einstülpung des unteren Blattes (Figg. 5 und 6) bis zur reifen Larve (Fig. 35), so finden wir überall die scharfe Grenze, durch welche die Haut von dem darunter liegenden Organe getrennt ist. Auf der Fig. 5 stellt es noch den Rest der Furchungshöhle dar, welche allmälig zu einem einfachen Spalt zwischen dem oberen und unteren Blatt zusammengedrückt wird; in dieser Spalte lagern sich die aus den Zellen des mittleren Blattes abstammenden Blutkörperchen und schon bei der entwickelten Larve drängen sich dieselben zwischen Darmwandungen und Haut bis an das Vorderende. Da später der Spalt oder Raum, wo diese Zellen — Blutkörperchen — liegen, zur bleibenden Leibeshöhle der Ascidie wird, und da rückwärts dessen Abstammung aus der Furchungshöhle auf den Figuren sehr leicht zu verfolgen ist, so kann man als bewiesen ansehen, dass bei den Ascidien die Leibeshöhle doch aus der Furchungshöhle abstamme. Bei den höheren Wirbel-

thieren entsteht durch Spaltung des mittleren oder Muskelblattes eine ganz neue Höhle, welche zur bleibenden Leibeshöhle wird und den Rest der Furchungshöhle verdrängt.

PS. Als ich diesen Aufsatz absenden wollte, erhielt ich einen Brief von Metschnikoff aus S. Wast vom 24. Juni, in welchem er mir mittheilt, dass nach neuen Untersuchungen der Ascidienentwicklung er in zwei Hauptpuncten sich meiner Ansicht anschliesst, nämlich: dass aus der hufeisenförmigen Anlage die aus zwei Zellenreihen anfangs gebildete Chorda entsteht, und dass das Nervensystem aus dem oberen Blatte abstamme. Damit werden meine und Metschnikoff's Untersuchungen in den Hauptpuncten übereinstimmen.

Neapel, 2. Juli 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. X, XI, XII, XIII.

Tafel X.

Fig. 1, 2, 3, 4 bei Vergrösserung von 505 gezeichnet.

Fig. 1. Junger Eierstocksfollikel. a Follikelepithelzellen. b der noch ganz durchsichtige Inhalt des Eies. c Kern oder Keimbläschen. d Nucleolus oder Keimfleck.

Fig. 2. e die in den Dotter eintretenden Epithelzellen des Follikels. b in dem Dotter treten schon Fettkörnchen auf.

Fig. 3. e die in den Dotter eingetretenen Follikelepithelzellen haben sich bedeutend vermehrt und bilden eine fest zusammenhängende Schicht um den Dotter.

Fig. 4. e die Testazellen, welche jetzt in Form eines grünlich oder gelb gefärbten Cylinder-Epitheliums den Dotter umgeben. a äussere Follikelepithelzellen; b deren Kerne.

Die folgenden Figuren dieser Tafel sind bei Vergrösserung 290 gezeichnet.

Fig. 5. Eine Seite des gefurchten Eies oder des eischichtigen Blastoderms stülpt sich in die andere ein. fh Furchungshöhle.

Fig. 6. Eine Seite des Blastoderms hat sich in die andere eingestülpt. b a c unteres Keimblatt. b d c äusseres Keimblatt.

Fig. 7. Ein optischer Längsschnitt desselben Eies. fh Rest der Furchungshöhle.

Fig. 8. Ein etwas mehr entwickeltes Ei von der Rückenseite betrachtet. eo die Einstülpungsöffnung, welche schon etwas nach hinten gerückt ist; c dessen vorderer, b dessen hinterer Rand.

Fig. 9. Ein noch mehr entwickeltes Ei. eo die Einstülpungsöffnung. ch Zellen der Chorda-Anlage, welche dem unteren Blatte angehören. u oberes Blatt.

Fig. 10. Optischer Längsschnitt desselben Eies. ch die zwei Zellen der Chorda-Anlage, welche vor der Einstülpungsöffnung liegen.

Fig. 11. Optischer Querschnitt durch das hintere Ende desselben Embryos. oe Einstülpungsöffnung; ch zu dessen Seiten liegende Zellen der Chorda-Anlage. m unteres Blatt, u oberes Blatt.

Fig. 12. Ein schon bedeutend verlängerter Embryo. ae Einstülpungsöffnung. dd Zellen des Darmdrüsenblattes. ch Zellen der Chorda-Anlage.

Tafel XI.

Die Figuren 13 bis 26 sind bei Vergrösserung von 290 gezeichnet, die Figuren 27 und 28 bei Vergrösserung 375.

Fig. 13. eo Einstülpungsöffnung. r Ränder der Rückenfurche; der hintere Rand der Rückenfurche bedeckt einen Theil der schon sehr klein gewordenen Einstülpungsöffnung. ch die durchschimmernden Chordazellen.

Fig. 14. Derselbe Embryo im optischen Längsschnitte. eo Einstülpungsöffnung. ch die zwei inneren Zellen der Chorda-Anlage. dd Darmdrüsenblatt.

Fig. 15. Ein etwas mehr entwickelter Embryo, die Rückenfurche in seinem hinteren Theile geschlossen. r Ränder der Rückenfurche. Der Boden der Furche ist dunkel gezeichnet.

Fig. 16. Optischer Längsschnitt desselben Embryo. eo spaltförmiger Rest der Einstülpungsöffnung. f der faltenartig erhobene hintere Rand der Rückenfurche, aus zwei Epithelialschichten bestehend; dessen innere obere Wand das Nervenrohr bildet und unmittelbar in das Darmdrüsenblatt übergeht; die obere bildet die Haut.

Fig. 17. Querschnitt desselben Embryo aus dem vorderen Ende des Embryo. dd Darmdrüsenblatt. rf Rückenfurche. h Haut.

Fig. 18. Ein noch mehr entwickelter Embryo, die Rückenfurche in ihrem ganzen hinteren Theile geschlossen und nur vorn bleibt noch eine grosse Oeffnung; man unterscheidet am Nervenrohre zwei Theile oder Blasen, den vorderen a, den hinteren b.

Fig. 19. Derselbe Embryo bei etwas tieferer Einstellung des Mikroskops. ch Chordascheibe. m Muskel- oder mittleres Blatt. dd Darmdrüsenblatt.

Fig. 20. Derselbe Embryo im optischen Längsschnitt. ch Chorda, deren Zellen zwischen einander wachsen. dd Darmdrüsenblatt, welches den Vorderdarm bildet. dd' die Darmdrüsenblattzellen, welche unter der Chorda liegen. cn die obere Wand des sich schliessenden Nervenrohrs; die Zellen-

schicht n setzt sich nach hinten in dem Darmdrüsenblatt fort; die Zellenschicht c ist die Haut.

Fig. 21. Derselbe Embryo von unten gesehen, bei der etwas tieferen Einstellung des Mikroskops. Bezeichnung wie Fig. 20. m mittleres oder Muskelblatt.

Fig. 22. Optischer Querschnitt durch den hinteren Theil desselben Embryo. n Nervenrohr. ch Chorda. mm Muskelblatt oder Muskelzellen. dd' Darmdrüsenblattzellen.

Fig. 23. Ein noch entwickelter Embryo, von der Seite gesehen. n nach vorne offenes Nervenrohr, welches nach hinten bis zum hinteren Ende der Chorda reicht. dd Vorderdarm. dd' Darmdrüsenblattzellen. ch Chorda. m Muskelzellen. r Rest der Rückenfurche.

Fig. 24. Derselbe Embryo, von oben gezeichnet. a vordere oder Gehirnblase; b zweite Gehirnblase oder Rumpfganglion: b' dritte Nervenblase oder Rückenmark.

Fig. 25. Ein bedeutend mehr entwickelter Embryo mit schon ausgewachsenem Schwanze. Die Chordazellen liegen jetzt in einer Reihe und haben die Form von sehr flachen Scheiben. Die Nervenröhre ist schon vollständig geschlossen.

Fig. 26. Optischer Querschnitt durch das hintere Ende des Schwanzes, wo nur zwei Muskelzellen jederseits liegen.

Fig. 27. Ein etwas mehr entwickelter Embryo von dem Rücken aus gesehen, bei stärkerer Vergrösserung. h Haut oder äusseres Epithelium. m Muskelblatt. dd Vorderdarm, dessen vorderes Ende o nach oben gerichtet erscheint. gb Gehirnblase; gb' zweite Gehirnblase oder Rumpfganglion.

Fig. 28. Ein etwas mehr entwickelter Embryo; die rechte Seite der Gehirnblase schnürt sich in zwei Theile, der hintere, etwas hervorragende Theil ist die Anlage des Auges.

Tafel XII.

Die Figuren 29, 30, 31, 32, 33 und 34 sind bei Vergrösserung 375 gezeichnet, die Figur 35 bei Vergrösserung 505, die Figur 36 bei Vergrösserung 730.

Fig. 29. Eine bedeutend entwickelte Larve. h Haut. o die beginnende Einstülpung der Mundöffnung. dd Vorderdarm. dd' Darmdrüsenblattzellen im Schwanze. m' Zellen des mittleren Blattes im Rumpfe. m Zellen des mittleren Blattes oder Muskelzellen des Schwanzes bedeutend verlängert. Rm Rückenmark. Rg Rumpfganglion. Gb Gehirnblase. ot Otolithanlage. ch Chorda.

Fig. 30. A Anlage des Auges in der Gehirnblase. Kl Anlage der Kloakeneinstülpungen. Die übrige Bezeichnung wie Fig. 29.

Fig. 31. hp Haftpapillen. p Pigment. Die übrigen Bezeichnungen wie Fig. 29.

Fig. 32. Die Zellen des mittleren Blattes im Rumpfe beginnen sich

abzurunden. Chs das Auftreten der Chordasubstanz. f Zusammenhang der Höhle der Gehirnblase mit der Kiemenhöhle. Kl Kloakeneinstülpungen.

Fig. 33. Derselbe Embryo von oben.

Fig. 34. Eine aus dem Eie ausschlüpfende Larve. kh Kiemenhöhle. d der auswachsende Darm.

Fig. 35. Eine schon ein paar Tage freischwimmende Larve, von unten gesehen. ch Chorda. m Blutkörperchen. en Endostyl. kr Kiemensack. Ks, ks den beiden Kiemenspalten entsprechende Auftreibung des Kiemensackes. d Darm, die Anlage des Oesophagus und Magen. d' Enddarm. h Herzanlage.

Fig. 36. Ein Theil des Schwanzes, von der Seite gesehen, bei sehr starker Vergrösserung. e Epithelzellen. ff in denselben auftretende stark lichtbrechende Körperchen. Rm Rückenmark. m die in drei Reihen liegenden Muskelzellen.

Tafel XIII.

Die Figuren sind bei Vergrösserung 375 gezeichnet.

Fig. 37. Eine schon zwei Tage frei schwimmende Larve. hp Haftpapillen. o Mundöffnung. f der Zusammenhang der Gehirnblase mit der Kiemenhöhle. en Endostyl. d Darm. ks Kiemensack. 1ks erste Kiemenspalte. 2ks zweite Kiemenspalte. bb Eintritt in die Blutbahn zwischen den beiden Kiemenspalten. klm Kloakenmündung. b Blutkörperchen. Gb Gehirnblase. Rg Rumpfganglion. Rm Rückenmark. Ch Chorda. Chs Chordascheide.

Fig. 38. Derselbe Embryo von oben. end Enddarm. m Muskeln im Schwanze. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 37.

Ueber Schwärmerbildung bei Noctiluca miliaris.

Von

Prof. **L. Cienkowski.**

Hierzu Taf. XIV und XV.

Die Entwicklungsgeschichte der Noctiluca ist zur Zeit noch sehr mangelhaft bekannt: die Vermehrung durch Theilung und innere Knospenbildung ist fast Alles, was wir über diesen Gegenstand besitzen. Die Theilung war vollständig von Baddeley[1]) beobachtet und abgebildet, dagegen ist die von Busch[2]) ausgesprochene Vermuthung, dass die jüngsten Stadien der Noctiluca von inneren Keimkörpern herstammen, thatsächlich nicht bewiesen. Gosse's[3]) Arbeit, die die Vermehrung durch innere Knospen bestätigen soll, habe ich leider mir nicht verschaffen können.

Am Schlusse des Aufsatzes über Noctiluca erwähnt Busch[4]), dass er unter genannten Thierchen oft runde, durchsichtige Scheiben, die an Grösse, Consistenz und Leuchtvermögen den Noctiluken glichen, zahlreich auffand. Ihr Inhalt war fast ganz homogen, nur an einem sehr kleinen Segmente oben bemerkte man viele gelbliche Fortsätze. In welchem Zusammenhang erwähnte Körper mit den Noctiluken stehen, blieb von Busch unermittelt.

Diese Körper sind Gegenstand vorliegender Untersuchung, die

1) Quarterly Journ. of microscop. Sc. 1857 p. 189.

2) Untersuch. wirbelloser Thiere p. 104.

3) Rambles on the Devonshire coast 1853.

4) l. c. p. 105, T. XV Fig. 22, 23.

ich im verflossenen Frühling während der Monate April und Mai auf der Insel Prinkipo bei Constantinopel anstellte.

Ohne die oben citirte Stelle aus Busch's Aufsatz damals zu kennen, wurde meine Aufmerksamkeit bald auf Blasen gerichtet, die obwohl wie Noctiluken aussahen, jedoch der Geissel, der Mundvertiefung und des Nucleus entbehrten. Sie waren inhaltarm, statt dessen trugen sie an ihrem Scheitel eine Scheibe, die aus lauter kleinen, ovalen oder halbmondförmigen Körperchen bestand. Die Scheibe nahm gewöhnlich den dritten Theil der Kugeloberfläche ein, es kamen aber auch bedeutend kleinere vor; ihr Umriss war rund, unregelmässig ausgezackt, viel seltener begegnete man schmalen, gürtelartig die ganze Kugelhälfte umfassenden Scheiben (Fig. 1, 2, 3). Die Körperchen, die sie zusammensetzen, liegen dicht aneinandergedrängt, blos an einigen Stellen leere Lücken hinterlassend. In kleineren Scheiben sind sie in wurmartigen Linien oder offenen Kreisen gestellt (Fig. 18). Diese Körperchen ragen über die Blase mit ihren zugespitzten Enden empor, mit der abgerundeten Basis sind sie in das unterliegende dichte Protoplasma eingebettet, welche sich nach unten längs den Wänden in zahlreiche, sehr feine Strahlen und Netze vertheilt. Die scheibentragenden Blasen sind in Grösse, Consistenz, dem Leuchtvermögen, zum Theil in der Anordnung des Inhalts, besonders in den ersten Stadien der Scheibenentwickelung, ferner in der Leichtigkeit, mit welcher sie bei leisester Berührung zahlreiche Falten bilden und einschrumpfen, vollständig den Noctiluken ähnlich, und ich stehe nicht an, sie als identisch mit denselben zu erklären. Der Umstand, dass sie keine Geissel, keinen Nucleus besitzen und der Mundvertiefung entbehren, hat wenig Bedeutung, da man oft Noctiluken ohne Geissel mit gewölbter Mundstellung zur Ansicht bekommt; auch werden Exemplare, die statt des sogenannten Nucleus einen starken Plasmastrang aufweisen, nicht selten gefunden.

Betrachten wir jetzt näher die Structur der aus der Scheibe hervorragenden Körperchen.

Bei starker Vergrösserung unter Deckglas betrachtet, erblickt man am Rande der untersuchten Scheibe einen Dickicht langer, schwingender Cilien, die von der Basis der hervorragenden Körperchen ihren Ursprung nehmen (Fig. 4). Hat man reife Stadien zur Beobachtung gewählt, so gelingt es, die Körperchen nach und nach die Scheibe verlassen und frei im Wasser nach der Art der Algen-

zoosporen herumschwimmen sehen (Fig. 5—10). Diese Schwärmer sind 0,016—0,022 Mill. lang und 0,012 Mill. breit; ihre Form erinnert an junge Hutpilze. Sie bestehen aus einem schief auf dem Stiel aufgesetzten Kopfe (Fig. 5, 6 k); der Stiel bildet eine flache, etwas gewölbte Blase, die an einer der schmalen Seiten einen stark verdickten Stachel trägt. Der breite Theil desselben geht ununterbrochen in den Kopf über, der zugespitzte ragt mehr oder weniger über die Blase nach unten hervor (Fig. 5—10, s, t). Der Kopf, wie schon erwähnt, hat eine schiefe, sehr verschieden geneigte Stellung, sein Rand bildet eine schräg umlaufende Leiste, die bei der Seitenansicht zahnartig über den Stiel hervorragt (Fig. 8, 9). Wo die innere Seite des Stachels mit der Kopfleiste zusammentrifft, oder auch etwas höher, ist die verhältnissmässig dicke, sehr lange Cilie angeheftet (Fig. 5—10 w). Was den Inhalt des Schwärmers betrifft, so findet man beständig in der Stielblase einen grossen, nucleusartigen Körper; ausserdem enthielt sie, wie auch der Kopf einige zerstreute Schleim- und Fetttröpfchen (Fig. 8, 9 n); fremde Gegenstände im Innern wurden nie angetroffen. Die oben beschriebene Structur hat der Schwärmer, wenn er noch in der Scheibe befestigt ist, oder kurz nach dem Austritt aus derselben; bei längerem Herumschwimmen wird seine Spitze abgerundet, der Stachel unmerklich und er bekommt eine an die Colpoda erinnernde Form (Fig. 8, 9). Während der Bewegung richtet der Schwärmer den Kopftheil voran, die Cilie nachschleppend; beim Absterben verkürzt sich letztere, stellenweise knotenartig anschwellend.

Bevor wir den Versuch machen, über die Bedeutung dieser für die Noctiluca räthselhaften Bildungen eine Ansicht auszusprechen, müssen wir zuerst ihre Entwickelung wo möglich lückenlos verfolgen.

Zu diesem Zwecke benutzte ich frische Noctiluken, die ich auf dem Objectträger durch mehrere Stunden hindurch im Wassertropfen untersuchte; die Beobachtung an einem und demselben Exemplare von Anfang an bis zum Austritt der Schwärmer zu verfolgen, ist unmöglich, da die Noctiluken im günstigen Falle über 12 Stunden in Wassertropfen nicht leben können, gewöhnlich aber schon nach einer viel kürzeren Zeit zusammenschrumpfen; es gelingt jedoch, auf dem Objectträger den Uebergang einiger wichtigeren Entwickelungsstadien in die nächsten direkt zu beobachten. Der Erfolg scheint hier, sowie auch bei der unten beschriebenen Copu-

lation hauptsächlich dadurch bedingt zu sein, dass man die Noctiluken in Wassertropfen in sehr feuchtem Raume kultivirt und die Berührung mit trockener Luft wo möglich beseitigt.

Als jüngste Zustände der Scheibenbildung betrachte ich die sehr selten vorkommenden, auf Fig. 13 abgebildeten Exemplare. Es sind bisquitartige Blasen ohne Geissel, ohne Mundvertiefung, mit zwei stark hervorragenden Lappen, deren jeder ein paar zum Theil noch vereinigter Protoplasma-Ballen, die nach allen Seiten in weit verzweigte Strahlen auslaufen, enthält.

Darauf wahrscheinlich folgendes Stadium zeigte 4 stark hervorgewölbte Lappen (Fig. 14) mit am Scheitel verdichtetem Protoplasma, das sich sonst wie bei normalen Noctiluken längs den Wänden in feinste Strahlen und Netze vertheilte. Bei der Seitenansicht wurde es deutlich, dass die Umrisse der Lappen mehr oder weniger tief sich fortsetzten, ja selbst den entgegenliegendeu Rand erreichten, so dass es schien, die untersuchte Noctiluca bestände aus einigen zusammengewachsenen Exemplaren.

Die weiter in der Scheibenbildung vorangegangenen Individuen besassen 8, 16, 32 meist mit breiter Basis aufsitzende Hügel oder Kämme, die ausdrücklich als Hervorstülpungen der sie tragenden Blase zu erkennen waren (Fig. 15, 16). Die Wand der Noctiluca setzt sich ununterbrochen in die der Hügel fort, ebenso das Protoplasma. Zahlreiche Falten, die man an den Hügeln in verschiedenen auch späteren Stadien so oft findet, beweisen, dass ihre Oberfläche von einer dichteren Substanz als das in ihnen eingeschlossene Protoplasma besteht, obwohl beide ohne scharfe Grenze in einander übergehen. Ueberhaupt ist eine reiche Faltenbildung um die entstehende Scheibe eine gewöhnliche Erscheinung (Fig. 16, 17).

Die uns hier beschäftigenden Ausstülpungen oder Hügel sind nicht ohne Ordnung auf der Noctiluca zerstreut, vielmehr nehmen sie eine regelmässige Stellung ein; die Hügel bilden einen Gürtel, wo sie gruppenweise zu vier vereinigt um den Scheitel der Blase sich hinziehen (Fig. 15). Solche Anordnung schien anzudeuten, dass jede Hügelgruppe durch Theilung einer vorangegangenen grösseren Wölbung entstand. Diese Vermuthung liesse sich denn wirklich durch direkte Beobachtung constatiren. An einer jungen Scheibe, die aus 32 in 8 Gruppen gestellten Hügeln bestand, habe ich während einiger Stunden in kleinen Zwischenpausen die Theilung der Hügel genau verfolgen können. Sämmtliche Hügel waren hier

wie auch bei früheren Stadien vom Protoplasma erfüllt, einige gingen noch continuirlich in den Inhalt der Noctiluca über, andere schieden sich schon deutlich ven denselben ab. Die Umrisse der Hügel von oben gesehen waren sehr mannigfaltig: rund, oval, unregelmässig, wurmförmig, gelappt (Fig. 20, 21). In den letzten Formen vollzog sich grade die Theilung, welche auf die übliche Art durch Abschnürung ausgeführt wurde (Fig. 20 f, o, r, s; 21). Dasselbe Verfahren wurde angewandt, um die neu entstandenen Hügel von dem gemeinschaftlichen Protoplasma abzutrennen (Fig. 22, 23 v). Gewöhnlich wird ein kegelförmiger Hügel in 2 neue zerlegt (Fig. 20 t, l, k); stellt er dagegen einen emporragenden Kamm dar, so zerfällt er gleichzeitig in mehrere Theile (Fig. 21). Auf diese Weise wird eine Gruppe, die aus vier Hügeln besteht (Fig. 20 A), nach einigen Stunden in 8, 16, 32 hervorragende, von dem unterliegenden Protoplasma abgegrenzte Fortsätze, die sich noch mehrere Male weiter theilen können, umgebildet (Fig. 20 A′, A″). Dieses wiederholt sich in jeder Gruppe (Fig. 20 B, B′, B″). Je weiter die Theilung vorschreitet, desto kleiner werden die Fortsätze (Fig. 17, 18), desto mehr bekommen sie eine gebogene, an einem Ende zugespitzte Form. Gleichzeitig werden auch die von einander abstehenden Gruppen, wahrscheinlich durch Contraction des sie verbindenden Protoplasma susammengerückt, die Scheibe mit den Schwärmern, von welchen unsere Untersuchung ausging, bildend. Dabei schreitet die Reifung der Schwärmer vom Centrum gegen die Peripherie fort. Während die an dem Umkreise der Scheibe gelegenen Hügel noch in reger Theilung begriffen sind, schwingen schon in ihrer Mitte die Cilien der fertigen Schwärmer. Bei schädlichen Einflüssen fällt die reifende Scheibe zusammen und löst sich von der Blase vollständig ab (Fig. 19).

In den meisten Fällen wiederholt sich der geschilderte Vorgang, die Abweichung von der Norm scheint in einer beschleunigten Entwickelung zu bestehen, die sich durch starke, wurmförmige Wucherungen mit regelmässig aufsitzenden oder ohne Ordnung auf ihnen zerstreuten Ausbuchtungen kund gibt (Fig. 24).

Ueberblicken wir jetzt noch einmal die ganze Entwickelungsreihe. Die Schwärmer sind weiter ausgebildete Fortsätze; diese entstehen durch Theilung der Hügel; die letztern stellen wiederum Theile grösserer Ausstülpungen der Noctiluca vor; das Protoplasma wird stets in die Bildungsreihe aufgenommen. Sicher können wir

die junge Scheibe hinauf bis zu 8 und 16 gruppenweise angeordneter Hügel verfolgen (Fig. 15). Mit grosser Wahrscheinlichkeit darf man wohl schliessen, dass diese 8 und 16 Hügel aus den ursprünglichen 2 und 4 Wölbungen (Fig. 13, 14) entstehen, direct wurde dieses noch nicht bestätigt. — Wie dem auch in Bezug auf die allerfrühesten Zustände der Scheibe sein mag, so sind wir nach dem oben Mitgetheilten berechtigt, die Schwärmer als Abschnürungen kleinster, mit Protoplasma erfüllter Theile der Noctiluca-Blase aufzufassen.

Gestützt auf die oben vorgeführten Thatsachen, die uns mit der Structur und Entwickelung der in Noctiluca entstehenden Schwärmer bekannt machen, können wir zuletzt die Frage berühren: Welche Bedeutung haben diese Schwärmer? Sind es Zoosporen der Noctiluca, oder möglicherweise Keime eines in ihr nistenden Fremdlings?

Der Beweis des genetischen Zusammenhanges unserer Schwärmer mit der Noctiluca würde geführt sein können, wenn wir wenigstens über einen der folgenden Punkte vollständig im Klaren wären. 1) Besitzt der Schwärmer Structurverhältnisse oder Organe, die man auch bei den schon bekannten jungen Noctiluken findet? 2) Was wird aus dem Schwärmer? 3) Steht es unzweifelhaft fest, dass er aus dem Inhalte der Noctiluca sich bildet?

Die erste Frage führt uns zu der Betrachtung der frühesten, von anderen Forschern untersuchten Entwickelungsstadien. Wie bekannt, hat Busch junge Noctiluken aufgefunden, die eine Geissel und ein stabförmiges, hervorragendes Organ trugen [1]). Diese Gebilde sucht der genannte Forscher von anderen, die des Stabes ermangelten und blos mit der für die Noctiluca characteristischen Geissel versehen waren, abzuleiten [2]); letztere Entwickelungsstufe solle schliesslich von einem besonderen Keimkörper abstammen. Wir sind genöthigt, uns blos an die stabtragenden Gebilde zu halten, da die geisselbesitzenden ungenügend bekannt und ausser dem zugespitzten Ende keinen Vergleich mit unserem Schwärmer erlauben. Dagegen scheint er mit dem stabtragenden Stadium in nächster Beziehung zu stehen. Es ist wahrscheinlich, dass sein hervorragender Stachel bei weiterer

---

1) l. c. p. 104 T. XV Fig. 18, 19.

2) l. c. T. XV Fig. 17.

Entwickelung in den Stab der jungen Noctiluca sich umwandelt. Zu Gunsten dieser Vermuthung kann ich zwei Fälle anführen, wo am Schwärmer der Stachel eine bedeutende Länge erreichte (Fig. 11, 12). Entschieden wird freilich die Frage erst dann, wenn wir über das fernere Schicksal des Schwärmers Aufschluss erhalten werden. Allein alle möglichen Versuche, dieses zu erzielen, sind immer erfolglos gewesen. Auf dem Objectträger und in Uhrschälchen gingen die Schwärmer stets zu Grunde. Bevor künftige Forschungen die auf den Schwärmer folgenden Stadien ausfindig machen, müssen wir uns daher mit den Gründen, die die Entwickelung der Scheiben an die Hand gibt, begnügen.

Die Schwärmer, wie ich berichtet habe, entstehen aus Abschnürungen der Noctilucablase und des unterliegenden Protoplasma. Die Regelmässigkeit der hier ablaufenden Vorgänge, das ähnliche Aussehen des Protoplasma in den schwärmerbildenden Blasen und gewöhnlichen Noctiluken lassen den Verdacht, wir hätten hier mit der Entwickelung eines Parasiten zu thun, kaum einen Platz. Wir müssten sonst annehmen, dass ein Schmarotzerkeim in Form einer winzig kleinen, leicht zu übersehenden Amoebe, oder eines Bacteriums u. dgl. in die Noctiluca eindringt, ihr Protoplasma in sich aufnimmt und Schwärmer bildet, die zuletzt auf unbekannte Weise in kleinere Keime zerfallen, um sich von Neuem in die Noctiluca einzunisten — eine zwar denkbare, aber im gegebenen Falle höchst unwahrscheinliche Voraussetzung.

Die Ansicht, dass die oben beschriebenen Schwärmer in den Entwickelungskreis der Noctiluca gehören, scheint mir daher am meisten den vorhandenen Thatsachen zu entsprechen.

Für die Erforschung der frühesten Stufen der Scheibenbildung mögen am Schlusse noch folgende Thatsachen nicht unerwähnt bleiben.

Es ist gewiss auffällig, dass die meisten scheibentragenden Noctiluken durch ihre Grösse und eine Einkerbung sich auszeichnen. Sollte dieser Umstand nicht darauf hindeuten, dass der Schwärmerentwickelung eine Copulation vorangehe? Dieses veranlasste mich, auch die bekannten, bei meinen Untersuchungen sehr selten vorkommenden, bisquitförmigen Individuen genau auf ihr weiteres Verhalten zu prüfen. Nach sehr vielen resultatlosen Versuchen gelang es mir, auf dem Objectträger in Wassertropfen die Verschmelzung zweier Individuen Schritt für Schritt zu beobachten.

Der Vorgang ist folgender. Die copulirenden Noctiluken legen sich stets mit der Mundvertiefung fest aneinander. Darauf wird man eine Protoplasmabrücke, die continuirlich die Nuclei beider Exemplare vereinigt, gewahr. Etwas später verschwinden in der Berührungsgegend die Umrisse der Blasen, wodurch die bekannte tief eingeschnürte Bisquitform entsteht. Bei noch weiter ausgeführter Verschmelzung wird die Einschnürung immer unmerklicher, bis sie zuletzt an einer Seite gänzlich verschwindet, an der anderen eine Einkerbung oder Vertiefung zurücklässt. Während die Blasen in eine verschmelzen, erfährt auch der Inhalt eine Veränderung. Die ursprüngliche Verbindungsbrücke verkürzt sich immer mehr, bis die Nuclei zusammenstossen und wie die Blasen in einen Körper verschmelzen; dabei bleibt die Anordnung des übrigen Protoplasma in Stränge und Netze wie bei normalen Einzel-Individuen. Was das Verhalten anderer Theile, der quergestreiften Geissel, des Stabes bei der Copulation betrifft, so konnte ich an einem copulirten Paare am Anfang 2 Geisseln unterscheiden, später aber, als eine offene Communication hergestellt war, verschwanden sie, ohne dass ich anzugeben vermag, ob sie eingesogen oder abgestreift wurden. Das Erste scheint mir wahrscheinlicher, weil ich zu wiederholten Malen Noctiluken fand, an welchen die Geissel blos als kleiner Fortsatz über die Oberfläche hervorragte. Von den stabförmigen Theilen kann ich nur angeben, dass sie in einem der beobachteten Fälle, bei copulirenden Individuen zuerst in einer Linie lagen, nachher bei vollzogener Verschmelzung verschoben und in einen Winkel gegeneinander gestellt wurden. Der ganze Vorgang der Copulation dauerte 5—6 Stunden; die durch Verschmelzung zweier Individuen entstandenen Blasen waren stets grösser als die normalen. Geringe Unterschiede des geschilderten Vorgangs betreffen die Länge der vereinigenden Brücke, die Stelle wo die Nuclei zusammenfliessen, die Einkerbung, die auch gänzlich verschwinden kann.

Es war mir leider nicht vergönnt, die Produkte der Copulation in ihrer Entwickelung weiter zu verfolgen, um ihrem, wie ich glaube, wahrscheinlichen Zusammenhang mit den scheibenbildenden Blasen mehr factischen Halt zu gewähren.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIV. und XV.

Alle Figuren sind mit dem Oberhäuserschen Prisma abgebildet. Die Vergrösserung ist in Klammern angegeben.

1. Ein ausnahmsweise kleines Exemplar mit einer Scheibe, von oben gesehen (140).

2. Seitenansicht der Scheibe (140).

3. Eine Gürtelscheibe (140).

4. Die Scheibe besteht aus zahlreichen, mit langen Cilien versehenen Schwärmern (480).

5—10. Die Schwärmer in verschiedener Stellung. k der Kopf; s der Stachel; b die Blase; n Nucleus; w die Wimper (760).

11—12. Schwärmer mit sehr grossem Stachel (760).

13. Vermuthlicher Anfang der Schildbildung. p Protoplasmaballen; f Falten; e Einkerbung (140).

14. Wahrscheinlich darauf folgendes Stadium mit 4 Wölbungen (140).

15. Sicher zur Scheibenbildung führende Entwickelungsstufe, aus 16 Hügeln bestehend, bei einer etwas schiefen Lage gezeichnet (180).

16. Die Hügeln sind Ausstülpungen der Noctiluca; f Falten (140).

17. Aus 32 Hügeln bestehende junge Scheibe, von zahlreichen Falten umgeben, von oben gesehen (140).

18. Die schon fast ausgebildete Scheibe mit zahlreichen, in wurmförmiger Linie angeordneten Fortsätzen; das Protoplasma ist weggelassen (140)

19. Die sich von der Noctiluca lösende Scheibe (140).

20. Die zwei Hügelgruppen A und B sind in verschiedenen aufeinanderfolgenden Theilungsstadien, wie sie direct auf dem Objectglase beobachtet wurden, in A'B' und A''B'' (von oben gesehen) abgebildet. So z. B. durch Theilung des Hügels b (Gruppe A) enstanden in A' und A'' zwei neue Hügel: l, k. Der Hügel f (Gruppe B) führte durch Einschnürung o (in B') zu zwei neuen Hügeln: r und s (in B'') (140).

21. Grössere wurmförmige Ausstülpungen zerfallen gleichzeitig in mehrere Hügel (480).

22. Im Abschnüren von dem Protoplasma begriffene Fortsätze (760).

23. Die entstehenden Fortsätze sind vom Protoplasma umflossen, theils noch wie in v mit demselben continuirlich vereinigt; an einigen (f) treten die Falten deutlich hervor (760).

24. Abnorme, beschleunigte Hügelbildung (140).

Beiträge zur Mikroskopie.

Von

G. Valentin.

II. Die doppelt brechenden Eigenschaften der Embryonalgewebe.

Die Schrift: Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe in polarisirtem Lichte. Leipzig, 1861. 8., enthält schon S. 306—312 einige hierher gehörende Angaben. Ich suchte sie zu vervollständigen, indem ich Hühnerembryonen von verschiedenen Entwickelungsstufen der Prüfung in polarisirtem Lichte unterwarf. Die Eier wurden nicht in die Brutmaschine gebracht, sondern von einer Henne ausgebrütet, damit die Zeitbestimmungen auf eine grössere Beständigkeit Anspruch machen könnten, als dieses bei der künstlichen Entwickelung wegen der nicht immer gleichen Wärme aller in einer und derselben Vorrichtung aufbewahrten Eier selbst dann der Fall ist, wenn die Heizungswärme nicht wechselt.

Ich prüfte zuerst einen dreitägigen Embryo, an dem man noch die Linseneinstülpung des Auges, die gekrümmte Schlauchform des Herzens und die einzelnen Hirnblasen hinter einander liegend erkannte. Die Grenzvene des Gefässhofes war vollständig angelegt. Nahm man aus ihr einen Tropfen Blut in einem Haarröhrchen auf und verdünnte es mit Wasser, so liessen sich die beiden Blutbänder am Spectroskope erkennen.

Brachte ich die Keimhaut mit dem Embryo unter das Polarisationsmikroskop, nachdem die Polarisationsebenen der beiden Nicols rechtwinkelig eingestellt und ein Gypsblättchen von Roth erster Ordnung unter dem Azimuth der Achsenebene von 45° ein-

geschältet worden, so erschienen der durchsichtige Fruchthof, der Gefässhof, die Hirnblasen und der Wirbelcanal eben so roth, als der von Embryonaltheilen freie Abschnitt des Gesichtsfeldes. Die dem künftigen Gesichte entsprechenden Massen, ein Theil des Herzschlauches, die Rückenplatten und deren Nachbargebilde gaben einen bläulichen Schimmer. Man überzeugte sich aber bald, dass diese Erscheinung von keinem irgend merklichen Grade von Doppelbrechung herrührte. Sie blieb nämlich unverändert, wenn man auch die Längsachse des Embryo der Achsenebene des Gypsblättchens parallel oder auf ihr senkrecht stellte, schwand dagegen, so wie man den in der erwähnten Schrift S. 168 Fig. 62 c abgebildeten Cylinder herunterliess, um alles unpolarisirte Seitenlicht abzublenden. Ich machte ähnliche Beobachtungen an den Mitteltheilen, also den verhältnissmässig dichtesten Abschnitten der Linsenanlage und der Wirbelquadrate. Die Rückensaite gab den rothen Gypsgrund unverändert wieder. Ich prüfte alle diese Gebilde zuerst ohne alle fremdartige Befeuchtung und später unter Eiweisslösung. Das eben Dargestellte lehrt also, dass sich noch keine Doppelbrechung in dem frischen feuchten Zustande verrieth.

Man macht ähnliche Erfahrungen an Embryonen von zwei bis vier oder fünf Tagen, die schon seit längerer Zeit in Glycerin aufbewahrt worden. Die nicht dem regulären Systeme angehörenden Krystalldrusen dagegen, die sich häufig in solchen Präparaten ausscheiden, verrathen sich sogleich durch ihre Färbung, die von der des Gypsgrundes lebhaft abzustechen pflegt. Dasselbe wiederholt sich für jedes noch so kleine Bruchstück einer Leinwand- oder einer Baumwollenfaser, die dem Präparate zufällig anhaftet.

Ein Embryo vom siebenten Tage verrieth schon die ersten Spuren der Doppelbrechung in einzelnen Theilen. Die blosse Beobachtung in dem dunkeln Gesichtsfelde des Polarisationsmikroskopes reichte jedoch zur Wahrnehmung derselben nicht hin. Man kann die Farbenänderung, welche der rothe Gypsgrund erleidet, als Erkenntnissmittel benutzen. Es kommt übrigens hier viel darauf an, dass man ein Blättchen anwendet, das ungefähr den Werth von 565 Milliontheilen eines Millimeters besitzt und daher ein reines Purpurroth gibt. Ein solches mit dem in der dritten dieser Abhandlungen erwähnten Sphärometer ausgemessenes Blättchen der Art, dessen ich mich zu diesen Untersuchungen bediente, hatte eine Dicke von 0,656 Millimeter. Nimmt man ein solches, dessen Werth

575 beträgt und das daher mehr oder minder Violett liefert, so wird man oft die ersten Spuren der Doppelbrechung, welche ein Blättchen von 565 deutlich nachweist, nicht erkennen.

Die Haut des Dottersackes liess noch keine unzweifelhafte Doppelbrechung wahrnehmen. Sie zeigte sich dagegen spurweise an der Haut des Dotterganges, besonders da wo sie Falten warf. Die faltigen Stellen des Amnion erschienen blau, wenn die Längsachse derselben der Achsenebene des Gypsblättchens parallel stand, und gelb, wenn sie dieselbe senkrecht kreuzte. Sie verhielten sich also positiv im Verhältniss zu ihrer Längsrichtung.

Der Embryo im Ganzen schien den rothen Gypsgrund nicht zu ändern. Anders verhielt es sich dagegen mit einzelnen Theilen desselben.

Die Krystalllinse des Auges zeigte schon strahlige Fasern unter den Kugeln der Morgagnischen Feuchtigkeit. Eine mit der verhältnissmässigen Stellung zur Achsenebene des Gypsblättchens wechselnde Farbenänderung liess sich nicht bemerken, wenn man die Faserbruchstücke unter Wasser prüfte. Man darf sich aber hier nicht durch einen gelblichen Rand, der in allen Lagen des Präparates wiederkehrt, täuschen lassen. Hatte ich die Linse des zweiten Auges in Glycerin gebracht, so gewann es den Anschein, als ob die erste zweifelhafte Spur positiver Doppelbrechung vorhanden wäre. Ich glaubte einen bläulichen Schimmer, entsprechend der Richtung der Achsenebene des Gypsblättchens, und einen gelblichen senkrecht darauf wahrzunehmen. Dieses würde mit dem positiven Verhalten der ausgebildeten, vollkommen frischen Linse übereinstimmen.

Die mit wenigen Pigmentmolecülen gefüllten Zellen der Aderhaut und die Zellenfasern der harten Haut des Auges gaben den rothen Gypsgrund ohne merkliche Nuancenänderung wieder.

Der Herzschlauch schien im Ganzen keinen Farbenwechsel zu erzeugen. Zerlegte man ihn aber in kleine Bruchstücke, so dass man die noch mit keinen Querstreifen versehenen Anlagen der Muskelfasern erkannte, so zeigten sich diese schwach, aber deutlich doppelt brechend. Sie waren, wie die ausgebildeten Muskelfasern positiv in Bezug auf die Längsachse und erschienen daher bläulich, wenn diese der Achsenebene des Gypses parallel, und gelblich, wenn sie zu ihr senkrecht stand.

Die Rückenseite, deren Scheide und die ihrer Masse angehörenden Zellen, die Anlage der beiden Leberlappen, der Magen, die

Andeutung der Bauchspeicheldrüse, die Blindsäcke und die gelblichen Inhaltskörnchen der Wolffschen Körper lieferten kein deutliches Merkmal von Doppelbrechung. Man sah dagegen neben den Wirbelkörpern jederseits einen Streifen, der lebhaft positiv in Bezug auf seine Längsrichtung antwortete. Legte ich die ersten Anlagen der tieferen Rückenmuskeln bloss, so zeigte sich in gewöhnlichem Lichte, dass sie aus nahezu parallelen Fasern ohne Querstreifung bestanden. Diese lieferten im Polarisationsmikroskope eine im Verhältniss zur Längsachse positive Doppelbrechung, die stärker als die der Herzmuskulatur ausfiel. Die Frage, ob der Unterschied nur von der etwas dickeren Schicht oder zugleich von der etwas fortgeschritteneren Entwickelung herrührte, liess sich nicht entscheiden. Diese Erfahrungen lehren aber jedenfalls, dass die Doppelbrechung der später quergestreiften Muskelfasern vor der Entstehung der Querstreifen auftritt. Sie ist jedoch dann noch in den frischen Massen bedeutend schwächer, als in den vollkommen ausgebildeten Muskelfasern.

Ich liess die Linse, eine obere Extremität und die Mitte des Rückens eintrocknen und schloss den festen Rückstand in Canadabalsam ein. Die doppelt brechende Wirkung, besonders der Linse, gewann hierdurch fast gar nicht, zum Beweise, dass die schwachen Erfolge nicht ausschliesslich von dem geringen Wassergehalte herrührten.

Die Haut des Dottersackes und das Amnion eines Embryo vom neunten Bebrütungstage verhielten sich im Wesentlichen ähnlich, wie die gleichen Gebilde eines siebentägigen Embryo. Viele Organe dagegen verriethen einen merklichen Fortschritt in den doppelt brechenden Eigenschaften.

Betrachtete man die in Wasser versenkte Krystalllinse auf rothem Gypsgrunde, so zeigte ihre Fläche zwei regelmässig dreieckige blaue Felder, deren Achse parallel der Achsenebene des Gypsblättchens stand und zwei dreieckige gelbe, deren Achse auf jener senkrecht verlief. Man hatte also eine entschiedene positive Wirkung. Entfernte man das Gypsblättchen, so gab die Linse kein schwarzes Kreuz auf dem dunkelen Grunde des Polarisationsmikroskopes.

Die Zellenfasern der Sklerotica lieferten deutliche, aber schwache doppelt brechende Wirkungen und zwar positive im Verhältniss zur Längsachse. Die Nervenmasse der Netzhautanlage führte noch nicht

zu irgend befriedigenden Bildern. Setzte man dem Wasser, welches die harte Haut, die Krystalllinse oder die Netzhaut befeuchtete, Glycerin zu, so wurden alle diese Theile so weiss und undurchsichtig, dass man keine genügenden Beobachtungen mehr unter dem Polarisationsmikroskope anstellen konnte.

Der Meckel'sche Fortsatz und die Anlage des Horntheiles des Oberkiefers antworteten negativ in Bezug auf ihre längere Achse. Die durchsichtigeren Stellen der schon angelegten, zum Oeffnen des Eies bestimmten Kalkmasse des Oberschnabels wechselten ihre Farben mit der Drehung des Gypsblättchens.

Die noch nicht quergestreiften Muskelfasern der Vorhöfe und die der Kammern des Herzens zeigten sich stark positiv in Verhältniss zu ihrer Längsachse. Eine sehr schwache Wirkung der Art verrieth sich an einzelnen Faserzellen der Lebermasse. Die Muskelhaut des Darmes erschien schwach positiv gegenüber der Längsachse und ein ihr entgegengesetzter Farbenwechsel ergab sich für die mit feinen Körnern gefüllte benachbarte Zwischenmasse. Die Röhren und der Hauptausführungsgang der Wolffschen Körper ergaben keine sicheren Merkmale von Doppelbrechung.

Diese trat in den Wirbeln mit Nachdruck hervor. Das Rückenmark schien eine negative Wirkung in Bezug auf die Längsachse darzubieten. Die Muskelfasern des Rückens und die des Oberschenkels, die schon Verkürzungsvermögen unmittelbar nach dem Oeffnen des Eies verrathen hatten, aber noch keine Querstreifen zeigten, antworteten stark positiv im Verhältniss zur Längsachse. Die Zehenanlagen, die sich schon in gewöhnlichem Lichte durch ihre schönen Formen auszeichneten, führten zu einem sehr zierlichen Bilde [1]), indem sie negativ in Verhältniss zu ihrer Längsachse in den lebhaftesten Farben erschienen und daher prachtvoll gelb parallel der Achsenebene wurden.

Eine der beiden Krystalllinsen dieses Embryo zeigte nach dem Eintrockenen den Fall, den man auch an den Linsen erwachsener Thiere unter den gleichen Verhältnissen antrifft, dass der peripherische Theil positiv, der centrale Theil dagegen negativ erschien.

Die warzenartigen Anlagen der Federn eines eilftägigen Embryo liessen keine sicheren Merkmale von Doppelbrechung unter

1) S. Die Untersuchung der Pflanzen- und der Thiergewebe in polarisirtem Lichte. S. 273—275.

Wasser erkennen. Hatte man aber das Präparat mit Glycerin behandelt, so änderten sie den rothen Gypsgrund und verhielten sich dabei wie negative Körper in Bezug auf ihre Längsachse.

Die Adergeflechte der Seitenventrikel des grossen Gehirns zeigten die lebhafteste Flimmerbewegung. Betrachtete man die Erscheinung unter dem Polarisationsmikroskope nach der Einschaltung des rothen Gypsblättchens, so änderte der Flimmerrand den rothen Gypsgrund, indem die Flimmerhaare in Bezug auf ihre Längsachse negativ wirkten.

Die Hirnmasse der Grosshirn-Hemisphären führte zu keinen sicheren Ergebnissen. Die körnigen Bestandtheile änderten die rothe Farbe des Grundes in keiner characteristischen Weise. Man sah an einzelnen Stellen gesonderte, wie es schien, doppelt brechende Streifen, die jedoch in keinem Präparate bündelweise auftraten.

Die Hornhaut und die Krystalllinse zeigten noch keine Polarisationskreuze auf dem dunkeln Grunde des Polarisationsmikroskopes. Die erstere verrieth aber ihren negativen Character längs ihrer ganzen Fläche, wenn man den rothen Gypsgrund zu Hilfe zog. Man hatte dann zwei gelbe Quadranten parallel und zwei blaue senkrecht auf die Achsenebene des Gypses. Die Linse verrieth die gewöhnliche positive Wirkung.

Die Körner der Netzhaut gaben keine entschiedenen Merkmale von Doppelbrechung. Zerfaserte man aber ein Stück derselben und befeuchtete es mit Glycerin, so sah man eine deutliche negative Wirkung in Bezug auf die Längsachse einzelner Fäden.

Der Meckel'sche Fortsatz zeigte sich noch entschiedener negativ in Rücksicht auf seine Längsachse, als in dem neuntägigen Embryo. Die Doppelbrechung der ihn umgebenden Platten des Unterkiefers und der des Oberkiefers liess sich leicht erkennen. Betrachtete man die Zehen unter schwachen Vergrösserungen bei durchfallendem Lichte, so sah man die einzelnen Theilungen in deren Innern. Sie erwiesen sich als nachdrücklich negativ in Bezug auf ihre Längsachse, während die sie umgebenden Weichgebilde in derselben Richtung positiv wirkten.

Die Fasern des grossen Brustmuskels, die noch keine Querstreifen besassen, erschienen positiv zu ihrer Längsachse. Sie verriethen dabei keinen verhältnissmässig starken Grad von Doppelbrechung.

Ich bemerkte schon bei einer früheren Gelegenheit, dass die

Muskelfasern des frisch ausgeschnittenen Vorhofes des klopfenden Herzens des Frosches eine Aenderung ihrer Polarisationsfarben während ihrer Verkürzung zeigen können. Sie ziehen sich noch häufig die längste Zeit unter dem Mikroskope periodisch zusammen. Der Farbenwechsel, den man dabei in dem polarisirten Lichte bemerkt, erklärt sich zum Theile schon daraus, dass die verkürzte Muskelfaser dicker als die erschlaffte ist. Ich hatte ein Stück des Vorhofes des Herzens des eilftägigen Embryo ausgebreitet. Die mit keinen Querstreifen versehenen Muskelfasern, welche mässig stark positiv in Bezug auf ihre Längsachse antworteten, zogen sich wiederholt zusammen. Die Farbenänderung erschien jedoch in den günstigsten Fällen unbedeutend. Sie konnte sogar häufig nicht mit Sicherheit bemerkt werden. Die weiter entwickelten, jedoch noch mit keinem Querstreifen versehenen und im Innern hohlen Muskelfasern der Kammern verriethen eine stärkere positive Doppelbrechung in Verhältniss zur Längsachse.

Ungefähr fünf bis zehn Minuten, nachdem ich das Ei geöffnet hatte, pulsirten noch die zu dem Endochorion verlaufenden grösseren Schlagadern. Der Embryo beantwortete aber nicht mehr die Ströme einer aus acht Elementen bestehenden Zinkkohlenbatterie oder die des Magnetelektromotors, wenn man die Leitungsdrähte zu beiden Seiten des Amnion anlegte. Als der Magnetelektromotor das erste Mal wirkte, hörten die Pulsschläge der Arterien des Endochorion auf. Die fernere Wiederholung des Versuches führte aber nicht mehr zu diesem Ergebnisse. Ich öffnete drei Viertelstunden später die Brusthöhle und schnitt das Herz aus. Die Vorhöfe und die Kammern klopften auf das Lebhafteste und abwechselnd im Freien. Trennte man den Vorhof dicht an der Querfurche los, so erhielt man noch eine oder mehrere Kammerzusammenziehungen, wenn man eine Stelle des Ventrikels mechanisch reizte. Diese Erscheinung fehlte dagegen, wenn man einen der Querfurche benachbarten Ring der Kammerbasis losgeschnitten hatte. Es zeigten sich also hier die gleichen Erscheinungen, die man an dem Herzen der Frösche und dem der Säugethiere, vorzugsweise der jüngeren, beobachtet.

Bruchstücke des Muskelmagens lieferten eine eigenthümliche Wirkungsweise. Man sah Streifen, die sich stark positiv zur Längsachse verhielten und Muskelfasermassen entsprachen. Sie waren durch schmale Bänder, die negativ in derselben Richtung erschienen,

wechselseitig getrennt. Es ist mir nicht klar geworden, welchen Theilen diese Gebilde entsprachen.

Legte man ein Stück des Dünndarmes im Ganzen unter das Polarisationsmikroskop, so antwortete es auf das Lebhafteste negativ in Bezug auf seine Längsachse. Die Betrachtung unter stärkeren Vergrösserungen klärte diesen Umstand auf. Man erkannte vor Allem die Kreisfasern, deren Längsachsen auf der des Darmes senkrecht standen. Da sie selbst positiv in Bezug auf ihre Länge wirkten, so musste natürlich eine scheinbar negative Doppelbrechung in der Richtung der Längsachse des Darmrohrs erzeugt werden.

Die Massen der Leber und der Nieren führten zu keinen bemerkenswerthen Ergebnissen.

Nicht nur die eingetrocknete Hornhaut, sondern auch die trockene Linse verhielten sich negativ zu dem rothen Gypsgrunde. Beide boten dann keine Polarisationskreuze in dem schwarzen Gesichtsfelde des Polarisationsmikroskopes dar.

Ein 16tägiger Hühnerembryo wurde zu einigen Reizbarkeitsversuchen benutzt, ehe ich die Prüfung der Gewebe unter dem Polarisationsmikroskope begann. Er öffnete mehrere Male, wie in Erstickungsnoth, den Mund, als er noch in den unversehrten Eitheilen enthalten war und sich daher in der Amniosflüssigkeit befand. Ich legte hierauf sogleich das Herz bloss. Es schlug 15 Mal in einer Viertelsminute. Die Zusammenziehung der Vorhöfe wechselte mit der der Kammern, wie gewöhnlich, ab. Legte ich die Elektroden des Magnetelektromotors in der Gegend der Halsvagi an, so führten die Inductionsströme zu keinem anhaltenden Stillstande des Herzens. Das Gleiche wiederholte sich, wenn man sie an die Querfurche des Letzteren gebracht hatte. Legte man sie in der Gegend der unteren Brusttheile der sympathischen Grenzstränge an, so bemerkte man keine Bewegung der in dem Dottergange enthaltenen Darmschlingen. Leitete man die Ströme durch den Rumpf oder die Extremitäten, so erhielt man nur augenblickliche, nicht sehr starke Zuckungen und keine anhaltenden Starrkrämpfe. Die Empfänglichkeit der Rumpf- und der Extremitätenmuskeln schwand auffallend rasch, während sich die Thätigkeit des Herzens lange erhielt.

Ich trennte nach diesen Versuchen den Kopf durch einen Schnitt los, der den obersten Theil des Halses traf. Die hiermit verbundene Entfernung des verlängerten Markes hatte zunächst zur Folge, dass das Herz eine Zeit lang stille stand. Seine Bewegungen

begannen später von Neuem. Die Vorhöfe und die Kammern schlugen hierauf über 1½ Stunden fort, obgleich zuletzt ein grosser Theil der Vorderfläche der Kammern in Folge von Verdunstung eingetrocknet war. Ich legte von Zeit zu Zeit die Drähte des Magnetelektromotors an die Querfurche und erreichte Beschleunigung des Herzschlages. Der Versuch blieb aber wirkungslos, unmittelbar nachdem das Herz von selbst still gestanden.

Die Kiele der vollkommen entwickelten Federn dieses Embryo verriethen eine kräftige Doppelbrechung. Die Seitenränder verhielten sich positiv zur Längsachse. Es hatte bisweilen den Anschein, als wenn der Centraltheil eine negative Beziehung darböte. Doch schien sich dieses als Täuschung bei genauerer Untersuchung zu erweisen. Die gelbliche Färbung rührte wahrscheinlich von dem hier befindlichen Blute her. Die Federkiele lieferten also einen andern Character der Doppelbrechung, als die ersten Anlagen der Federn überhaupt.

Die Schädelhaut besass eine deutliche, obgleich nicht sehr starke Doppelbrechung. Sie fiel dagegen für das knöcherne Netzwerk, welches in der Anlage des Scheitelbeines vorhanden war, nachdrücklich aus. Man hatte einen positiven Character in Bezug auf die Längsachse der Balken des in die Länge gezogenen Netzes. Eine starke Doppelbrechung verrieth sich auch in dem schon mit zahlreichen Knochenkörperchen versehenen Stirnbeine.

Bruchstücke der Grosshirnhemisphären ergaben keine entscheidenden Bilder. Man sah im Allgemeinen den rothen Gypsgrund oder einen bläulichen Ton bei allen Stellungen der Achsenebene des Gypsblättchens. Dasselbe wiederholte sich meistentheils für Schnitte aus dem kleinen Gehirne und dem verlängerten Marke. Man bemerkte höchstens einzelne Streifen, die bei paralleler Lage ihrer Längsachse und der Achsenebene des Gypsblättchens schwach gelblich, bei senkrechter bläulich bis violett erschienen. Sie entsprachen wahrscheinlich Nervenfasern, in denen sich die erste Spur von Markmasse abgelagert hatte.

Das Rückenmark führte zu belehrenderen Anschauungen. Nahm ich ein Stück des obersten Abschnittes des Rückentheiles desselben und drückte es zwischen zwei Glasplatten zusammen, so sah ich in gewöhnlichem Lichte die Züge der Längsfasern. Diese Bündel erschienen auf dem rothen Gypsgrunde des Polarisationsmikroskopes lebhaft gelb bei paralleler und nachdrücklich blau bei senkrechter Einstellung der Längsachse derselben zur Achsenebene des Gypses.

Zerfaserte man die Masse, so sah man unter stärkeren Vergrösserungen und in gewöhnlichem Lichte, dass Nervenfasern da waren mit sehr blassem und, wie es schien, weniger gerinnbarem Marke, das grauweisser als die spätere Markmasse war.

Der Hüftnerv zeigte seiner ganzen Breite nach eine stark negative Wirkung, während die Neurilemhülle positive Bänder in Bezug auf die Längsachse zu beiden Seiten darbot. Ich konnte noch kein deutliches Nervenmark in gewöhnlichem Lichte erkennen. Das polarisirte Licht ging also auch hier weiter, als dieses letztere.

Die Fasern des Sehnerven lieferten höchstens eine sehr schwache negative Wirkung in Bezug auf die Längsachse. Manche Präparate liessen nicht einmal dieses erste Anzeichen von Markmasse erkennen. Die positive Wirkung der Hüllen kam dann allein zum Vorschein. Nervenzweige aus der Augenhöhle, die wahrscheinlich dem Ochlomotorius angehörten, lieferten nur die schwach positive Wirkung der Hüllen und nicht das geringste Anzeichen von Marksubstanz.

Die Netzhaut führte im Ganzen zu unbefriedigenden Ergebnissen. Die Untersuchung unter Wasser liess nichts Sicheres erkennen. Die Behandlung mit Glycerin, das die Netzhaut weiss und undurchsichtiger machte, führte wenigstens zu einigen Ergebnissen. Die wie kleine Häckchen erscheinenden Stäbchenanlagen erschienen gelblich bei allen Stellungen der Achsenebene des Gypsblättchens. Sie hatten also nicht die entschiedene positive Wirkung in Bezug auf die Längsachse, welche z. B. die Stäbchen der Netzhaut des erwachsenen Frosches nach der Behandlung mit Glycerin darbieten. Unter der Stäbchenschicht des Hühnerembryo sah man bisweilen negativ wirkende Streifen, wie man sie auch in der Netzhaut erwachsener Thiere bemerkt. Ich konnte aber hier nicht entscheiden, ob sie Nervenfasern entsprachen oder nicht. Die Körner der Netzhaut änderten den Gypsgrund nicht. Lag der vordere Theil der Netzhaut in Falten auf dem Glaskörper, so wirkten die Seitenränder derselben schwach positiv zur Längsachse, wenn man die Untersuchung unter Wasser vornahm.

Die Hornhaut antwortete unter Wasser stark negativ. Die Wirkung nahm durch die Behandlung mit Glycerin zu. Liess man das Gypsblättchen hinweg, so zeigte sich auf dem dunkeln Grunde des Polarisationsmikroskopes ein nicht ganz deutlicher, schattiger und regelmässiger Rhombus innerhalb des hellen Umkreises. Die

Linse erwies sich stark positiv. Sie gab daher lebhaft blaue und gelbe Quadranten auf dem rothen Gypsgrunde, lieferte aber ohne diesen weder ein schwarzes Kreuz, noch eine andere dunkle Zeichnung. Sie besass im Ganzen eine merkliche stärkere Doppelbrechung, als die Linse des eilftägigen Embryo.

Der durchsichtige Randtheil der Zunge verrieth eine zur Längsachse positive Wirkung. Sie erschien schwächer in dem Hornüberzuge, sehr stark dagegen in den Knochenmassen des Ober- und des Unterkiefers. Die zum Aufschlagen des Eies bestimmte Kalkablagerung an der Spitze des Oberschnabels war schon zu undurchsichtig, als dass sich etwas Bestimmtes ermitteln liesse.

Ein solcher 16tägiger Embryo eignet sich sehr gut, unmittelbar zur Anschauung zu bringen, wie die doppeltbrechenden Wirkungen mit der Entwickelung der Muskelfasern zunehmen. Untersucht man die noch schmalen Fasern des grossen Brustmuskels, die auf den ersten Blick wie fadenartig verschmolzene Zellen erscheinen, indem die Kerne der Innenhöhlung durch helle Querbänder getrennt werden, so findet man eine nur schwache, in Bezug auf die Längsachse positive Doppelbrechung. Sie erscheint merklich stärker in den Bauchmuskeln, die um etwas weiter fortgeschritten sind, noch grösser in den Augenmuskeln, in denen man auch schon einzelne Nervenverzweigungen erkennt, und am Nachdrücklichsten in den breiten, am weitesten fortgeschrittenen Nacken- und Rückenmuskeln.

Wie in den Säugethierembryonen, so zeichnet sich auch hier die Muskelmasse des Herzens, vorzüglich der Vorkammer, dadurch aus, dass sie schon röthlich gefärbt ist, wenn noch die andern Muskeln blass erscheinen. Die Muskulatur der Speiseröhre pflegt diesen Vorzug in einzelnen Säugethierembryonen mit dem Herzen zu theilen. Die Muskelfasern der Vorhöfe waren dann in dem Embryo des Hühnchens weit weniger vorgeschritten, als die der Kammern. Die Letzteren lieferten daher auch eine bedeutend stärkere in Bezug auf die Längsachse positive Doppelbrechung als die Ersteren.

Sie verrieth sich auch in den einfachen Muskelfasern des Muskelmagens und in den Kreisfasern des Dünndarmes. Die Zotten und die Falten der Schleimhaut lieferten nur zweifelhafte Ergebnisse. Dasselbe wiederholte sich für die Harnkanälchen, nicht aber für den Harnleiter, dessen Wände schwach, aber deutlich positiv zur Längs-

achse wirkten. Die Wandungen des rechten Aortenbogens gaben noch unbedeutendere Anzeichen von Doppelbrechung.

Diese zeigte sich auch mit positivem Character der Längsachse entsprechend in allen Formen des Bindegewebes, die gefasert oder gefaltet erschienen.

Die Hornschilder des Fusses endlich verriethen schon einen mässigen Grad von Doppelbrechung. Sie waren noch zu dünn, als dass sich über ihr Drehungsvermögen urtheilen liess.

Fügen wir noch einige, den Froschlarven entnommene Beobachtungen hinzu, so zeigte sich der hinterste Theil des Schwanzes einer Kaulquappe, deren Hinterbeine eben hervorzubrechen angefangen, fast eben so roth, als der benachbarte Gypsgrund. Das Ende des Rückenmarkes, das sich in gewöhnlichem Lichte nicht besonders auszeichnete, hatte eine stark gelbe und die Wirbelsäulenstücke (mit den Anlagen der Muskeln) eine stark blaue Färbung. Das polarisirte Licht führte also auch hier zu genaueren Untersuchungen als das gewöhnliche. Ging man an dem Schwanze weiter hinauf, so dass die schiefen Schattenbänder mit den hellen Zwischenbändern zum Vorschein kamen, so erschienen die ersteren grünblau und die letzteren gelb. Man erkannte etwas weiter nach oben die Längsmuskelfasern mit ihren Querstreifen in der Nähe der Wirbelsäule. Sie erwiesen sich schon als stark positiv in Bezug auf ihre Längsachse.

Hatte ich die Krystalllinse einer solchen Kaulquappe mit Glycerin befeuchtet, so überzeugte ich mich leicht mittels des rothen Gypsgrundes, dass ihre starke Doppelbrechung einen positiven Charakter besass. Kaulquappen, deren Hinterbeine im ersten Hervorbrechen begriffen, oder noch besser solche, an denen sie schon entwickelt waren, konnten noch zu einer andern Art von Untersuchungen mit Nutzen gebraucht werden. Ich führte schon in meiner Schrift S. 298, 299 an, dass es mir nicht gelang, eine Aenderung der doppelt brechenden Eigenschaften der Nerven des erwachsenen Thieres während der Thätigkeit desselben wahrzunehmen. Untersuchte ich den Schwanz der Kaulquappe mit stärkeren Vergrösserungen in gewöhnlichem Lichte, so sah ich zahlreiche sich theilende und sich häufig netzförmig verbindende Nervenfasern, die kein Mark nach dem Bilde, welches das gewöhnliche Licht liefert, zu enthalten schienen. Wiederholte man die Beobachtung in dem Polarisationsmikroskope, stellte einen starken Nervenzweig unter 45°

und schaltete ein Gypsblättchen von Roth erster Ordnung mit seiner Achsenebene ebenfalls unter 45° ein, so erschien der Nerv gelb zum Beweis, dass er schon eine in gewöhnlichem Lichte nicht kenntliche Markmasse enthielt. Galvanisirte ich nun die Kaulquappe im Ganzen, oder besser nur den losgetrennten Schwanz, so zogen sich die Muskeln desselben zusammen. Der Nerv blieb aber gelb wie zuvor. Das Mark bleibt also auch während der Thätigkeit im Verhältniss zur Längsachse negativ. Die gelbe Farbe erlitt zugleich keine meinem Auge auffallende Aenderung. Ob sie spurweise wechselt, lässt sich natürlich schwer feststellen.

Ich untersuchte noch der Vollständigkeit wegen die Gewebe des im Schwinden begriffenen, fünf Millimeter langen Schwanzes eines jungen Frosches. Die Muskelfasern des oberen und die des unteren Theiles lieferten eine starke Doppelbrechung mit entschieden positivem Charakter in Verhältniss zur Längsachse. Die Querfortsätze der Wirbelkörper waren negativ zu ihrem längeren quergestellten Durchmesser. Dasselbe wiederholte sich für die der Länge nach dahingehende Achse der Wirbelkörper selbst. Die Primitivfasern der Rückenmarksnerven enthielten ein blasses Mark, das entschieden negativ in Bezug auf die Längsachse antwortete. Die Haut verrieth deutliche Doppelbrechung. Diese liess sich hingegen noch gar nicht oder kaum spurweise in dem schon kenntlichen Stäbchen der Netzhaut wahrnehmen. Während Glycerin, wenn es auf diese Gebilde in dem erwachsenen Frosche wirkt, die Doppelbrechung derselben bedeutend erhöht, fehlte hier jede Einwirkung der Art so gut als gänzlich.

Die eben dargestellten Einzelerfahrungen lehren:

1) Die Eigenschaft der Doppelbrechung lässt sich in den frühesten Anlagen der Gewebe und der Organe des Hühnchens und des Frosches mit den gegenwärtig zu Gebote stehenden Hilfsmitteln nicht nachweisen. Die Behandlung mit Glycerin, mit Weingeist oder das Eintrocknen ändern diesen Sachverhalt nicht.

2) Die Doppelbrechung erscheint in der Folge sehr schwach und nimmt allmählig im Laufe der Gewebe-Entwickelung zu. Lässt man dann die Präparate eintrocknen, so werden zwar die Farben, die der rothe Gypsgrund erzeugt, etwas lebhafter. Sie erscheinen aber noch schwach selbst in dickeren Schichten im Vergleich zu denen, welche spätere Entwickelungsstufen frisch oder eingetrocknet liefern. Hieraus folgt, dass nicht der Wasserreichthum allein die

Ursache der geringen Doppelbrechung sein kann und dass die nach den drei Hauptrichtungen des Raumes ungleiche Atomenvertheilung des Lichtäthers, aus welcher die zwiefache Strahlenbrechung hervorgeht, kein ursprüngliches und unveräusserliches Merkmal derjenigen Gewebe, welche sie im reiferen Embryo und im Erwachsenen darbieten (wenigstens so weit unsere Erkenntnissmittel reichen) bildet, sondern erst eine geraume Zeit nach deren erster Anlage merklich hervortritt und sich allmählig vergrössert.

3) Die Prüfung auf rothem Gypsgrunde zeigt oft genug schon eine deutliche Doppelbrechung, wenn noch das dunkele Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskopes keinen Nachweis liefert. Gypsblättchen von dem Aequivalentwerth 565 eignen sich zu diesen Forschungen besser, als solche von 575, in denen schon das Violett über dem Roth vorherrscht.

4) Die Doppelbrechung hat schon an dem Anfange ihres Erscheinens denselben positiven oder negativen Character, den sie in dem vollständig entwickelten Gewebe darbietet. Dieser Ausspruch bestätigte sich für die Hornmasse, die mannigfachen Arten des Bindegewebes, die Sehnen und die ihnen verwandten Gebilde, die Muskelfasern, das Neurilem und die Markmasse der Nerven, die Knorpel, die Knochen, die Hornhaut und die Stäbchen der Netzhaut. Die Federn bildeten die einzige Ausnahme, der ich begegnete. Der Kiel derselben antwortete positiv im Verhältniss zur Längsachse, wenn ich die Untersuchung nach dem 12ten bis 13ten Bebrütungstage anstellte. Die warzenartigen Anlagen der Federn eines eilftägigen Hühnerembryos dagegen erschienen negativ zu ihrer Längsachse, nachdem man sie mit Glycerin befeuchtet, nicht aber, als man sie vorher unter Wasser untersucht hatte. Da hier noch die Hornmasse grösstentheils oder gänzlich fehlte, so fragt es sich, ob man den Fall als eine wahre oder als eine nur scheinbare Ausnahme zu betrachten hat. Ich habe schon an einem andern Orte [1]) angedeutet, dass sich vielleicht der Wechsel des Characters der Doppelbrechung der Schmelzfasern in ähnlicher Weise erklären lasse.

5) Die Hornhaut und die Krystalllinse unterscheiden sich im Erwachsenen durch ihr Verhalten nach dem Eintrocknen. Die Hornhaut wird hierdurch häufig schwach zweiachsig. Sie behält

---

1) Die physikalische Untersuchung der Gewebe. Leipzig und Heidelberg, 1867, 8. S. 291.

aber den negativen Character, den sie in dem frischen Zustande darbietet, auch in dem trockenen bei. Die Krystalllinse kann zwar auch durch das Eintrocknen zweiachsig werden. Allein der scheinbare und daher auch der wirkliche Winkel ihrer beiden optischen Achsen bleibt in der Regel klein. Dafür geht häufig ihr positiver Character in den negativen vorzugsweise in den Fischen (und nur in der Minderheit der Fälle in den Säugethieren) über. Derselbe Unterschied von Hornhaut und Linse wiederholt sich in reiferen Hühnerembryonen und Froschlarven. Man kann auch hier auf Zwischenstufen stossen, in welchen ein Theil der Linsenschichten noch positiv und der andere schon negativ ist.

Das Bindegewebe, die Muskelfasern, das Nervenmark und die Knorpel bewahren ihren frühern Character der Doppelbrechung in dem Schwanze der Froschlarven, wenn dieser in voller Rückbildung begriffen ist. Ich konnte wenigstens keine Veränderungen zu den Zeiten wahrnehmen, zu welchen er schon in hohem Grade verkümmert war.

7) Die embryonalen Muskelfasern besitzen schon ihr Verkürzungsvermögen, wenn ihre Querstreifen noch gar nicht oder in ihren ersten Andeutungen vorhanden sind. Man bemerkt dann eine sehr schwache, in Bezug auf die Längsachse positive Doppelbrechung. Die silberweissen und die schwarzen bandartigen Abtheilungen der Muskelfasern in dem dunkeln Gesichtsfelde und die verschiedenfarbigen, auf dem rothen Gypsgrunde, die man aus der Abwechselung von Disdiaklasten und einfach brechenden Massen herzuleiten suchte, erscheinen auch im Embryo nur dann, wenn Biegungen vorhanden sind, und liefern in diesem Falle die gleichen Aenderungen bei der Drehung des Präparates in seiner Ebene, wie ich sie aus den Muskeln oder den Sehnen der erwachsenen Geschöpfe geschildert und optisch erklärt habe. Die Falten der Haut jüngerer Hühnerembryonen können ebenfalls ähnliche blaue, gelbe und rothe Bänder auf rothem Gypsgrunde, die mit dem Ausgleiche der Faltungen schwinden, vorführen.

8) Ich habe schon mehrfach bemerkt, dass man nicht berechtigt ist, von marklosen Nervenfasern zu sprechen, weil das polarisirte Licht Markmassen nach Einschaltung eines Gypsblättchens z. B. in den in der Netzhaut verlaufenden Nervenfasern, in den Fasern der Geruchsnerven oder den Nervenfasern der Geruchsschleimhaut nachweist, wo das gewöhnliche Licht keine Spur derselben

anzeigt. Versagt aber auch der Gebrauch des rothen Gypsgrundes bei den feinsten Fasern, so kann dieses eben so gut von dem Mangel des Markes, als davon herrühren, dass jene eine zu geringe Dicke besitzen. Die Benutzung des polarisirten Lichtes zeigt auch im Embryo die Anwesenheit von Mark und von Nervenfasern überhaupt um Vieles früher an, als die mikroskopische Beobachtung in gewöhnlichem Lichte.

9) Hatte ich den Gedanken, dass die Stäbchen der Jacobschen Haut Endfortsetzungen der Fasern des Sehnerven seien, aus physiologischen Gründen von je her bezweifelt, so mussten mich meine Untersuchungen in polarisirtem Lichte hierin nur bestärken. Denn während das Mark der Nervenfasern in Verhältniss zur Längsachse negativ ist und daher der Achsenebene des Gypsblättchens parallel orientirt den rothen Grund gelb färbt, sind die Stäbchen des erwachsenen Geschöpfes, z. B. des Frosches, in Bezug auf die Längsachse positiv. Sie erzeugen daher eine blaue Farbe, wenn die Nervenprimitivfasern eine gelbe hervorbringen und umgekehrt. Die Embryologie kann noch einen neuen Grund hinzufügen. Die stets positive Doppelbrechung der Stäbchen tritt beträchtlich später auf, als sich der Markinhalt in den Nervenprimitivfasern der verschiedenen Körpertheile und selbst des Sehnerven und der Netzhaut absetzt.

10) Der Gebrauch des rothen Gypsgrundes eignet sich sehr gut, die allmählige Zunahme und Verbreiterung der Markmasse in den Nervenprimitivfasern während des Laufes der Entwickelung nachzuweisen.

11) Beobachtete ich einen künstlich gesonderten, auf dem rothen Gesichtsfelde parallel der Achsenebene gestellten und daher gelb erscheinenden embryonalen Nerven während der galvanischen Reizung, so zeigte sich keine, wenigstens für mein Auge deutliche Farbenänderung, wenn sich auch die entsprechenden Muskelmassen lebhaft zusammenzogen. Endlich

12) können schon Nervenfasern, in denen selbst der rothe Gypsgrund noch keinen Markinhalt nachweist, Erregungen fortleiten. Man nimmt, um dieses zu zeigen, eine Kaulquappe, deren Extremitäten noch nicht hervorgesprossen. Die unter stärkeren Vergrösserungen vorgenommene Untersuchung des Schwanzes zeigt leicht die Nervenstämme unmittelbar nach ihrem Austritte aus der Wirbelsäule mit ihren ferneren Verzweigungen und Netzbildungen. Stellt

man eines der Stämmchen, welche dem vorderen Theile des Schwanzes angehören, so ein, dass seine Längsachse der Achsenebene des Gypses parallel läuft, so erscheint es gelb und wird nach einer Azimuthaldrehung von 90° blau. Man erhält also auf diese Weise die Zeichen des Markinhaltes. Hat man die richtige Entwickelungsstufe getroffen, so fehlen noch jene Merkmale an den sämmtlichen Nervenstämmchen des hintersten abgerundeten Schwanzendes. Sticht man aber diesen Theil mit einer sehr feinen Nadelspitze, so beantwortet das Thier den Eingriff sogleich mit lebhaften Körperbewegungen.

Ueber die erste Entwickelung des Herzens und der Pericardial- oder Herzhöhle bei Bufo cinereus.

Von

Dr. Josef Oellacher,

Prosector am anatomischen Institut zu Innsbruck.

Hierzu Tafel XVI.

Wir finden in der embryologischen Literatur über die erste Entwickelung des Herzens und der Herz- oder Pericardialhöhle bei den Batrachiern zwei verschiedene Ansichten; die eine stammt von Reichert, die andere von Remak.

Nach Reichert bildet sich das Herz bei den Batrachiern aus einer vorspringenden Partie der Hauptdottermasse; die Herzhöhle wird zuerst vom Kiemenbogenträger und der Membrana reuniens inferior unvollständig begrenzt, dann aber durch eine später zwischen jenen entstehende Scheidewand, die das Herz von der Hauptdottermasse abschnürt, vollständig abgeschlossen.

Remak dagegen gibt nur an, dass das Herz dort, wo die kanalförmigen Enden der Pleurahöhlen an der Bauchfläche des Embryo zusammenstossen, innerhalb einer in der Schlundplatte gelegenen Lücke entstehe.

Ausserdem ist es eine von den beiden genannten Autoren vertretene Ansicht, dass das Herz bei den Batrachiern sowohl als auch bei dem Hühnchen als eine »solide« Masse sich anlege, die erst später hohl werde.

Schenk hat nun (W. S.-B. Bd. LIV.) beim Hühnchen gezeigt, dass das Herz in seiner ersten Anlage eine »von Anfang an schon hohle Ausstülpung der Darmfaserplatte« darstelle.

Seine Arbeit verbreitete zum ersten Male Licht über das Verhältniss der Keimblätter zur Entstehung des Herzens, andererseits aber widerlegte er auch durch dieselbe die obige Ansicht, dass das Herz als eine solide Masse entstehe und erst im Verlaufe einer weiteren Entwickelung hohl werde.

Bezüglich der Batrachier ist der Widerspruch zwischen den angeführten Ansichten Reichert's und Remak's noch bis heute ungelöst, und das bewog mich, die erste Entwickelung des Herzens und der Pericardialhöhle bei Bufo cinereus zum Gegenstande meiner Untersuchungen zu machen, deren Resultate ich hier mittheile.

Wenn ich bei der grossen Uebereinstimmung im Plane der Entwickelung der verschiedenen Wirbelthiere mit der Erwartung an diese Untersuchungen ging, wenigstens theilweise auf Verhältnisse zu stossen, die denen beim Huhn ähnlicher sind, als es besonders nach der von Reichert mitgetheilten Ansicht der Fall sein müsste, so wurde ich in dieser meiner Erwartung nichts weniger als enttäuscht. Ich fand im Gegentheil, dass sich wenigstens das Herz bei Bufo cinereus im Wesentlichen gerade so anlegt, wie Schenk es für das Hühnchen beschreibt.

Um mich zunächst über die Lage des Herzens bei den zu untersuchenden Embryonen genauer zu orientiren, fertigte ich an in Chromsäure erhärteten Exemplaren, von denen ich wusste, dass das Herz vermöge ihrer sonstigen vorgeschrittenen Entwickelung schon lange gebildet sein musste, Sagittalschnitte an, bei noch älteren Embryonen isolirte ich das Herz mit der Präparirnadel.

Auf diese Weise überzeugte ich mich, dass das Herz erst über dem hinteren Theile des bekannten Haftorganes an der Bauchfläche des Kopfbruststückes liegt und bei seiner weiteren Entwickelung immer mehr über dasselbe hinaus zurückrückt.

Mit diesem Resultate ging ich daran, die frühesten Stadien der Herzentwickelung an jüngeren Embryonen und zwar auf Querschnitten zu erforschen.

Bei der Anfertigung der Schnitte leisteten mir folgende Präparationsmethoden gute Dienste. Ich erhärtete die Embryonen bis zur völligen Entfärbung des Pigments in CrO_3 und legte sie dann zuvor in Alkohol und vor dem Einbetten in Wachs und Oel noch auf mehrere Stunden in Glycerin — oder ich unterbrach die Erhärtung in CrO_3 etwas vor der völligen Entfärbung und legte

wieder erst in Alkohol, dann aber in Terpentin ein, wobei die Embryonen am wenigsten brüchig wurden.

Das Stadium der ersten Entwickelung des Herzens fand ich an Embryonen, bei denen der Schwanz eben hervorzuwachsen begonnen hat. An solchen liegt das Herz noch fast ganz über dem hinteren Theile jenes Hautlappens an der Bauchfläche des Kopfbruststückes, der sich später zu dem bekannten Haftorgane ausbildet.

Ein Querschnitt durch den Embryo, so ziemlich mitten durchs Herz getroffen, zeigt folgende Verhältnisse:

Die Spaltung des mittleren Keimblattes in Hautmuskel- und Darmfaserplatte ist im ganzen Umfange des Darmkanales ausgesprochen, die beiden Platten berühren sich jedoch gegenseitig mit Ausnahme zweier am untern Umfange des Darmes, seitlich von der Medianlinie gelegenen Stellen.

Am untern Umfange des Darmkanals nämlich zeigt sich die Hautmuskelplatte durch eine in der Mitte gelegene hohle und wenig mehr als einen Halbkreis betragende bogenförmige Ausstülpung (Fig. 1 c′) der Darmfaserplatte nach unten gedrängt.

Diese berührt mit ihrer grössten Convexität in der Medianlinie die concave Seite der Hautmuskelplatte (Fig. 1 b). Seitlich von dieser Stelle stehen beide Platten von einander ab, so dass also zu beiden Seiten der Ausstülpung je ein hohler, auf dem Querschnitte dreieckiger Raum (Fig. 1 c) entsteht, der nach innen und oben von der Darmfaserplatte, nach aussen und unten von der Hautmuskelplatte begrenzt wird.

Die nach unten ausgestülpte Partie der Darmfaserplatte schliesst einen Raum ein, der nach oben vom Darmdrüsenblatt gedeckt ist.

Sowohl der eben beschriebene, von der Ausstülpung der Darmfaserplatte umschlossene mittlere, als auch die früher erwähnten seitlich von ihm gelegenen dreieckigen Räume sind nicht leer, sondern von Zellmassen erfüllt, über deren Ursprung ich nichts aussagen kann; durch ihr lockeres Gefüge sind sie jedoch von den Keimblättern hinlänglich als eigene Gebilde unterschieden.

Von der in dem mittleren Raume enthaltenen Zellmasse (Fig. 1 H) muss ich noch erwähnen, dass ihre untersten Elemente (Fig. 1 e) ziemlich deutlich in eine Reihe geordnet sind und der entsprechenden Partie der Ausstülpung der Darmfaserplatte wie eine sie unvollkommen auskleidende Schichte anliegen.

Bildet die Ausstülpung auf dem Fig. 1 abgebildeten Schnitte einen Bogen, der etwas weniges mehr als einen Halbkreis beträgt, so erscheint sie dagegen auf einem vor demselben gelegenen (Fig. 2) bedeutend flacher. Körperlich genommen dürfte also dieselbe dem Segmente einer Kugel oder eines Ellipsoides gleichen. Auch hier liegt zwischen dem ausgestülpten Theile der Darmfaserplatte und dem darüber wegziehenden Darmdrüsenblatte eine den gegebenen Raum (Fig. 2 H) erfüllende Zellmasse.

Nirgends berührt auf diesem Schnitte die ausgestülpte Darmfaserplatte die Hautmuskelplatte; sie ist vielmehr von ihr durch Einen gebogenen und von einer Zellmasse erfüllten Raum getrennt (Fig. 2 P).

Offenbar ist dieser Raum der Vorläufer der beiden Fig. 1 gezeichneten dreieckigen zu beiden Seiten der Ausstülpung. Aus der Combination des Schnittes Fig. 1 und 2 ergibt sich daher, dass wir es hier mit einer Ausstülpung der Darmfaserplatte zu thun haben, die in einen nach unten von der Hautmuskelplatte begrenzten Raum hineinragt und diese an einer Stelle mit ihrer grössten Convexität berührt.

Diese soeben geschilderte Ausstülpung der Darmfaserplatte muss ich zunächst wegen ihrer Lage oberhalb jenes früher erwähnten Hautlappens, als auch wegen ihrer ferneren, gleich weiter zu verfolgenden Entwickelung für die erste Anlage des Herzens erklären, und somit ergibt sich die Deutung des dieselbe umgebenden Raumes als Pericardialhöhle oder Herzhöhle der Embryologen von selbst.

Was die erste Anlage des Herzens betrifft, so sehen wir also, dass sie bei Bufo cinereus, gerade so wie beim Hühnchen, sich als eine Ausstülpung der Darmfaserplatte darstellt. Ein späteres Stadium, das ich gleich beschreiben werde, wird die Aehnlichkeit der ersten Entwickelung des Herzens beim Hühnchen, wie sie Schenk beschreibt, mit den bei Bufo cinereus noch deutlicher hervortreten lassen.

Der Raum, in den das Herz hineinhängt, die Pericardialhöhle, verdankt zunächst ihre Entstehung der Ausstülpung der Darmfaserplatte, durch welche diese und die Hautmuskelplatte zum Auseinanderweichen gebracht werden; dazu musste jedoch die Spaltung des mittleren Keimblattes nothwendig vorausgehen.

Es ist nicht zu verkennen, dass die Entstehung der Pericar-

dialhöhle auf denselben Vorgängen beruht wie die der Pleurahöhlen; beide verdanken ihr Dasein der Spaltung des mittleren Keimblattes und der Auseinanderdrängung der Spaltungsprodukte derselben durch ein zwischen sie vom Darme her sich vorstülpendes Organ, das im einen Falle die Lunge ist, im andern das Herz.

Pericardialhöhle und Pleurahöhle sind also in ihrer Entstehung analog; sofern aber die eigentliche Vorbedingung dieses Processes die Spaltung des mittleren Keimblattes ist, können wir die Pericardialhöhle als ein Analogon der ganzen Pleuroperitonealhöhle auffassen.

Ein in der Entwicklung dem eben beschriebenen sich anschliessendes, aber weiter vorgeschrittenes Stadium zeigt das Herz ziemlich vergrössert, es liegt fast ganz hinter dem erwähnten Hautlappen an der Bauchfläche des Kopfbruststückes. Auf dem Durchschnitte Fig. 3, der so ziemlich durch den grössten queren Umfang des Herzens geht, hat es im Ganzen eine querovale Form, auf hinter und vor demselben gelegenen (Fig. 4) eine viereckige rundliche. Das ganze Herz stellt demnach einen spindelförmigen, in der Mitte abgeflachten Schlauch dar. Die weite Oeffnung im früheren Stadium, die vom Darmdrüsenblatte überbrückt erschien, ist verschwunden; das Herz steht im Begriffe, sich von der Darmwand abzuschnüren.

Der Schnitt Fig. 3 durch die Mitte des Herzens zeigt, dass das Drüsenblatt nicht mehr frei auf der Inhaltsmasse des Herzens aufliegt, sondern dass sich die Darmfaserplatte zwischen beide in zwei Lagen eingeschoben hat. Die untere desselben entspricht (Fig. 3 c′) der obern Wand des Herzens, während die obere das früher durch die Ausstülpung entblösste Stück des Darmdrüsenblattes überzieht (Fig. 3 c). Diese beiden Schichten von Darmfaserplatte, wovon also die untere dem Herzen, die obere dem Darm angehört, sind auf Fig. 3 allerdings nur durch einen schwachen Contour getrennt; ein weiter rückwärts gelegener Schnitt (Fig. 4) zeigt jedoch deutlich die doppelte Darmfaserplatte. Das Herz erscheint auf demselben rundlich viereckig, rings geschlossen und an einem Stiele hängend (Fig. 5 M), welcher durch den Uebergang der Darmfaserplatte von Darm auf Herz gebildet wird. Dieser Stiel scheint aus zwei bis zur innigsten Berührung genäherten Lamellen gebildet, deren linke in die linke, deren rechte in die rechte Herzwand über-

geht. Das Herz hängt somit durch eine Art »Mesocardium« mit dem Darm zusammen, wie dieser an die Wirbelsäule durch ein Mesenterium befestigt ist.

Es geht aus diesen Bildern Fig. 3 und 4 hervor, dass das Herz um diese Zeit entweder über die Anheftungsstelle hinausgewachsen sei, oder aber dass sich ein Theil der Anheftung abgeschnürt haben muss.

Was die Wand und den Inhalt des Herzens anlangt, so hat sich die erstere, unzweifelhaft auf Kosten des letzteren, bereichert; statt aus einer Schichte, wie früher, besteht sie jetzt aus zweien, aus einer äusseren dickeren, der ursprünglichen ausgestülpten Darmfaserplatte, und einer inneren dünneren einzelligen.

Den eben geschilderten zwei ersten Stadien der Entwickelung des Herzens will ich noch zwei weitere anschliessen, die ich jedoch, da sie nicht mehr streng in die Grenzen hineingehören, die ich meiner Arbeit hier gezogen habe, nur in Kürze abhandeln will. Ich kann auch die auf den betreffenden Schnitten Fig. 5 und 6 abgebildeten Einzelheiten, ohne die späteren Veränderungen des Herzens genau zu kennen, nicht mit Sicherheit deuten.

Fig. 5 zeigt einen Querschnitt durch das Herz, etwas vor dessen Mitte; dasselbe verhält sich zum Darm sowohl als zur Pericardialhöhle ganz so wie früher auf Fig. 3, ebenso was die Schichtung der Wand anlangt. Worin dieser Querschnitt von dem Fig. 3 abweicht, das ist die Form desselben. Das Herz erscheint auf der einen Seite (rechts) enger und zu beiden Seiten in einen Kanal ausgezogen (Fig. 5 HK'). Gleichzeitig ist die untere Wand nach oben leicht eingebogen. Diese Einbiegung, sowie auch die seitliche Asymmetrie des Herzraumes war auch schon auf Fig. 3 schwach, aber doch nicht undeutlich ausgesprochen; von den Kanälen aber war nichts zu beobachten. Der Inhalt des Herzens war auf diesem Schnitte theilweise ausgefallen, nur in der Mitte liegt eine Zellmasse, die stellenweise die Wand berührt. — Die innere Schichte der Herzwand Fig. 5 e setzt sich in die links und rechts abgehenden Kanäle hinein fort.

Fig. 6 zeigt einen Schräg-Querschnitt durch die Mitte des Herzens an einem gegen den vorigen etwas entwickelteren Embryo. Das linke Ende des Querschnittes des Herzens hat sich von der Darmwand losgelöst, die rechte Partie ist am Abgange des seitlichen Kanales (Fig. 6 K) relativ zur Ausdehnung des Herzlumens

enge; der Kanal selbst erscheint auf dem Schnitte wie in eine Spitze ausgezogen. Auch hier setzt sich die das Herz auskleidende Schichte in den Kanal hinein fort, überdies erscheint er aber bei starken Vergrösserungen noch von derselben Zellmasse erfüllt wie das ganze Herz selbst.

Auf den Schnitten Fig. 5 und 6 sind die Kanäle mit ihren spitz auslaufenden Enden wie zwischen Darmfaserwand und Hautmuskelplatte eingetheilt.

Dass die Kanäle Gefässen entsprechen, ist wohl ausser Zweifel und ich möchte daher die Zellmasse, die sich vom Herzen in dieselben hinein erstreckt, um so mehr für embryonales Blut erklären. Was jedoch die Auskleidung des Herzens anlangt, so muss es trotzdem sie sich in die Gefässe hinein fortsetzt, noch unentschieden gelassen werden, welche Theile der Gefässwand — oder im Herzen des Endocards — sich aus derselben bilden.

Ich leite die innere auskleidende Schichte von den Zellen ab, die das Herz früher erfüllten; ein Vergleich der Figg. 3 und 4 mit Fig. 1 wird diesen Schluss rechtfertigen. Ich machte schon dort aufmerksam, dass die untersten Elemente der das Herz erfüllenden Zellmasse in eine Reihe geordnet seien; sie scheinen sich zum Herzcavum wie eine beginnende Auskleidung zu verhalten. Die Zellmasse, welche auf Fig. 1 und 2 das Herz erfüllte, ist aber nichts weniger als verschwunden; auf Fig. 3 sehen wir den Querschnitt des Herzens von kleinen Zellen erfüllt, und auf Fig. 4 liegt an einer Stelle der Herzwand ein Haufen ähnlicher Zellen an.

Ich weiss nicht, ob ich die neue Schichte, um die die Herzwand zugenommen hat, als Endothel oder als Endocard deuten darf, aber soviel scheint mir gewiss, dass die äussere Wand als die musculosa aufzufassen ist, indem die beiden Schichten auch in viel späteren Stadien, wo das Herz schon lange pulsirt, sich ebenso verhielten wie hier.

Schenk fand beim Hühnchen ganz dieselben Verhältnisse, nur den Inhalt des Herzens erwähnt er nicht, obwohl er in demselben einige Blutkörperchen abbildet, die der Wand anzuhaften schienen.

In späteren Stadien fand Schenk, dass die äussere Schichte der Herzwand in das Lumen des Herzens hinein Auswüchse hervortreibe, was ihn bewog, dieselbe für die Muskelschichte zu halten.

Den zelligen Inhalt des Herzens, den ich früher schon erwähnte

und jetzt sowohl als auch in späteren Stadien stets wiederfinde, kann ich wohl nicht anders als für Blut erklären.

Das Verhältniss des Herzens zur Pericardialhöhle anlangend, so stellt sich dasselbe hier folgendermassen dar:

In Fig. 3 haftet das Herz sozusagen am Darm mit seiner ganzen oberen Wand an, in der Quere füllt es den ihm gegebenen Raum völlig aus und nur nach unten zu bleibt zwischen der unteren Herzwand und der Hautmuskelplatte ein Raum übrig, der von einer Zellmasse locker erfüllt ist. Auf Fig. 4 liegt das Herz dagegen mit seiner unteren Wand der Hautmuskelplatte an, während es nach oben zu um die Länge des Mesocardiums vom Darme absteht. Hier existirt also über dem Herzen ein durch das Mesocardium getheilter Raum; auch dieser ist von Zellen theilweise erfüllt, die um das Herz selbst dichter angehäuft erscheinen und somit vielleicht das Material für ein Endothel des Pericards oder für dieses selbst liefern dürften.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVI.

Sämmtliche 6 Figuren sind mit Hartnack System 4, Ocular 3 und eingeschobenem Tubus gezeichnet; sie geben die unteren Hälften von Querschnitten durch das Kopfbruststück der Embryonen von Bufo cinereus, so zwar, dass auf denselben vom Darmrohr blos das untere, der Bauchfläche zugewendete Segment erscheint.

Fig. 1 stellt einen Schnitt durch einen Embryo dar, dessen Schwanz soeben hervorzuwachsen beginnt. Er trifft das sich eben entwickelnde Herz senkrecht auf seine Längsachse und in seinem grössten Querdurchmesser.

a bezeichnet das obere Keimblatt oder die Epidermis;

b die Hautmuskelplatte;

c die Darmfaserplatte, soweit sie die Faserwand des Darms darstellt;

d das Darmdrüsenblatt;

c′ das embryonale Herz, eine Ausstülpung der Darmfaserplatte darstellend;

H die Herzhöhle von Zellen erfüllt;

e einige dieser Zellen, die sich wie eine beginnende Auskleidung zur Herzwand zu verhalten scheinen;

P P die Pericardialhöhle oder Herzhöhle der Embryologen, hier dadurch, dass das Herz die Hautmuskelplatte an einer Stelle berührt, doppelt erscheinend. Auch diese Höhle ist von Zellen erfüllt;

D die Darmhöhle;

Hfo das Haftorgan an der Bauchfläche des Kopfbruststückes.

Fig. 2. Ein Schnitt durch denselben Embryo, etwas vor dem vorigen gelegen, durch den vordersten Theil der Ausstülpung der Darmfaserplatte, die das Herz darstellt.

P die Pericardialhöhle erscheint hier einfach, da die Ausstülpung der Darmfaserplatte e′ die Hautmuskelplatte b nicht berührt.

Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 1.

Fig. 3. Schnitt durch einen etwas älteren Embryo; hinter den als Haftorgan bezeichneten Hautlappen (H f o Fig. 1) fallend und durch den grössten Querumfang des abgeschnürten Herzens.

c Darmfaserwand;

c′ obere Herzwand, der unteren Darmwand völlig anliegend;

e zellige Auskleidung des Herzens (Endocard oder wahrscheinlicher blos Endothel).

H Herzhöhle der Anatomen von Zellen erfüllt (Blut);

D, a, d und P wie in den vorigen Figuren.

Fig. 4. Schnitt von demselben Embryo wie der vorige, hinter demselben gelegen.

H die Herzhöhle von einer Lage e ausgekleidet, ist vom Darm abgeschnürt; cdie Darmfaserwand und c′ die musculöse Herzwand gehen durch das zweiblätterige Mesocardium M ineinander continuirlich über.

Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 1.

Fig. 5. Schnitt durch einen noch älteren Embryo. Er trifft das Herz noch etwas vor der Mitte und geht wieder durch das Haftorgan Hfo.

H die Herzhöhle ist von einer Zelllage ausgekleidet und enthält überdies Blutzellen; nach beiden Seiten zieht sie sich in zwei ebenso von einer Zelllage ausgekleidete Kanäle KK′ aus (Gefässe), die zwischen Darmfaser- und Hautmuskelplatte einzudringen scheinen.

Alle übrigen Buchstaben wie früher.

Fig. 6. Schrägquerschnitt aus einem wenig älteren Embryo. Das Herz zeigt blos einen abgehenden Kanal k, der sich verhält wie die beiden früheren in Fig. 5. Die Herzhöhle H von Blut ganz erfüllt.

Alle anderen Buchstaben wie früher.

Beiträge zur Kenntniss der Nerven, Blut- und Lymphgefässe der Kehlkopfschleimhaut.

Von

Dr. Boldyrew
aus Kasan.

Im vergangenen Sommer-Semester beschäftigte ich mich im Berliner physiologischen Laboratorium mit der Untersuchung der Nervenendigungen in der Schleimhaut des Larynx und der Trachea. Ich untersuchte die Schleimhaut verschiedener Säugethiere (Hund, Kaninchen, Schaf, Kalb und Schwein), und theile hier die Resultate meiner Untersuchungen kurz mit.

Wir finden in den Lehrbüchern (Henle, Kölliker) keine positive Angaben über die Nervenendigungen des Kehlkopfes. Von Spezial-Arbeiten sind mir als hierher gehörig nur die Untersuchungen von Rheiner[1]), Neumann[2]), Verson[3]), v. Luschka[4]) und Lindemann[5]) bekannt geworden.

Die Methode meiner Untersuchungen war folgende: Ich nahm einen ganz frischen Kehlkopf und präparirte so schnell und so fein wie möglich die Schleimhaut ab. Die so erhaltenen Schleimhautstücke wurden mit den verschiedensten Reagentien (Goldchlorid von

---

1) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Würzburg 1852. Dissert.

2) Om byggnaden af Luftröhrshafradet hos den fullwäxta inneniskan. Lund. 1851.

3) Handbuch der Lehre von den Geweben von Stricker. 1870.

4) Dieses Archiv Bd. V. 1869.

5) Zeitschrift f. rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer. Dritte Reihe, XXXVI. Band, 2. Heft. 1869.

$^1/_{10}$ bis zu $^1/_2$ %; Osmiumamid von $^1/_{10}$ %; Osmiumsäure von $^1/_{10}$ bis 1 %; Picrinsäure, Jodserum, verdünnter Müller'schen Lösung und den bekannten dünnen Chromsäure-Lösungen), theils macerirend, theils erhärtend behandelt. Am vortheilhaftesten erwies sich für meine Zwecke unter allen diesen Reagentien die Behandlung mit Goldchlorid, die ich in den meisten Fällen und mit dem besten Erfolge genau nach der Cohnheim'schen Methode vornahm. Ich liess die frischen Membranstücke in der halbprocentigen Lösung nicht länger als 15 bis etwa 20 Minuten, kurz bis zu dem Augenblicke, wo das Präparat eine strohgelbe Farbe angenommen hatte. Dann nahm ich das Präparat heraus und legte es in destillirtes Wasser, welches ebenso wie die Lösung von Goldchlorid mit einem Tropfen Essigsäure versetzt war. Eine dunkelviolette Farbe erhielt man gewöhnlich alsdann, wenn die Präparate eine lange Zeit hindurch (12—16 Tage) im Wasser gelegen hatten. Freilich waren in diesen Fällen dann ganz ebenso wie die Nerven auch die Capillaren prächtig dunkelviolett gefärbt, so dass die Erkennung der ersteren mitunter ihre Schwierigkeiten hatte. Die Präparate, die mit Ueberosmiumsäure und mit einer Lösung von Osmiumamid behandelt wurden, konnten bereits nach 24 Stunden untersucht werden.

Die so behandelten Schleimhautstückchen können nun in der verschiedensten Weise zur Untersuchung verwendet werden. Entweder fertigt man feine senkrechte Querschnitte durch die ganze Dicke der Schleimhaut an, um über die Situation und die allgemeinen Verhältnisse klar zu werden. Oder wenn es sich darum handelt, die Epithelschicht und etwaige in ihr befindliche Gebilde zu studiren, trägt man diese mittelst feiner Lanzette von ihrer bindegewebigen Grundlage. Endlich eine sehr gute Methode, deren ich mich viel bediente und die in der That ganz vorzüglich geeignet ist, die in der subepithelialen Schicht gelegenen Nervenendigungen kennen zu lernen, bestand darin, von der mit Goldchlorid resp. mit Osmium behandelten Schleimhaut einen feinen flachen Schnitt abzutragen, denselben auf einen Objectträger in einem Tropfen Glycerin auszubreiten und dann durch vorsichtiges Schaben mit einer Staarnadel von seiner Epithellage zu befreien.

Bei den nach diesen Methoden angefertigten und wohlgelungenen Präparaten konnte man unmittelbar unter der Subepithelial-Schicht der Epiglottis und der übrigen Theile des Kehlkopfes sehr schön die ziemlich regelmässigen Maschen eines aus Nervenstämmchen

sich zusammensetzenden Netzes wahrnehmen. Die gröberen Maschen sind grösstentheils rhombisch und ziemlich regelmässig angeordnet. Bei dieser Gelegenheit beobachtete man, dass die Hauptstämme stets geradlinig und annähernd parallel untereinander verlaufen. Von ihnen gehen feine perpendiculäre markhaltige Verzweigungen ab, welche sämmtlich untereinander ein Netz bilden. Von einer solchen netzförmigen Anordnung spricht auch Lindemann, allein er stellt die Maschenräume der doppelt conturirten Nerven nicht in der regelmässigen Gestalt dar, in welcher ich sie bei meinen Präparaten gesehen habe. Vielmehr ist die Regelmässigkeit des in der Schleimhaut gelegenen Netzes feiner und feinster Nervenstämmchen stets ein ganz constantes Vorkommen, wie dasselbe von der Epiglottis bereits von Beale[1]) und Neumann dargestellt wurde und wie eine ganz übereinstimmende regelmässige Netzbildung aus dem Bereich vieler anderer Schleimhäute, so z. B. von Billroth[2]) vom Darmkanal und noch ganz neuerdings von Trütschel[3]) von der Schleimhaut des Magens beschrieben worden ist.

Aus diesem Netz gehen endlich einzelne Nervenprimitivfasern hervor, welche gestreckt oder gewunden durch das Gewebe der Schleimhaut nach aufwärts verlaufen. Sehr eigenthümlich ist an ihnen die reichlich mit (bei der Behandlung mit Goldchlorid sehr deutlich hervortretenden) Kernen besetzte Schwann'sche Scheide, welche im Vergleich zu der Feinheit des nur mit einer dünnen Schicht von Nervenmark bekleideten Axencylinders ausserordentlich mächtige Dimensionen besitzt. Endlich endigen diese Nervenfasern frei im Gewebe, gewöhnlich mit einer leichten Anschwellung; mitunter gewinnt es auch den Anschein, als ob die Nervenfaser in eine kernhaltige granulöse Masse überginge.

Es ist sehr schwer, eine allgemein gültige Darstellung dieser Nervenendigungen zu geben und aus den verschiedensten Bildern, die sich dem Beobachter darbieten, ein allgemeines Princip herauszufinden. So zuweilen sehen wir eine einzige markhaltige Nervenfaser von beträchtlicher Breite innerhalb einer dieselbe wie ein weiter Sack umgebenden Schwann'schen Scheide in einer gleichfalls von

---

1) Archives of medecine vol. III. 1862 Nr. 12.

2) Virchow Cellularpathologie Fig. 87.

3) Centralblatt Nr. 8, Febr. 1870.

derselben überzogenen Anschwellung endigen. Auch kommt es vor, dass kurz vor der Endigung eine dichotomische Theilung des Axencylinders stattfindet. Die Schwann'sche Scheide umhüllt deutlich zwei kolbenartige Endanschwellungen, in denen ein resp. zwei rundliche Kerne liegen. Manchmal geht die markhaltige Nervenfaser in eine elliptische granulirte Masse über. In andern Fällen sehen wir auch ein ähnliches Bild, blos mit dem Unterschiede, dass das Kaliber der markhaltigen Nervenprimitivfaser ein beträchtlich feineres ist, wie in den bisher besprochenen Präparaten. Ihre Endigung geschieht in der Weise, dass sie in ein glänzendes, durch Goldchlorid ebenso wie die Markscheide intensiv gefärbtes Körperchen übergehen. Die Gestalt dieses Körperchens ist eine verschiedene: entweder ähnelt es mehr einem spitzen Zapfen, oder einem rundlichen Knopf.

Nur ein einziges Mal ist es mir gelungen, die Endigung einer marklosen Nervenfaser zu demonstriren. Von einem ziemlich starken markhaltigen Nerven, der in einer weiten Schwann'schen Scheide verläuft, zweigt sich ein feines markloses Aestchen ab, welches ebenfalls von einer ziemlich weiten Schwann'schen Scheide umgeben ist und in einem ganz ähnlichen Endknöpfchen endigt.

Es erhebt sich nun die Frage, ob sämmtliche sensibeln Nervenfasern der Kehlkopfschleimhaut in der oben beschriebenen oder doch einer ähnlichen Weise, innerhalb der bindegewebigen Grundlage endigen, oder ob über dieselbe hinaus noch besondere Endigungen sensibler Nerven in dem Epithel selbst vorhanden sind. Mit Sicherheit kann ich diese Frage weder bejahen noch verneinen. Markhaltige Nervenfasern habe ich in das Epithel nicht verfolgen können und auch die Untersuchung des Epithels selbst hat nicht hinreichend sichere Anhaltspuncte ergeben, um eine Endigung der Nerven innerhalb desselben mit Sicherheit behaupten zu dürfen.

Hauptsächlich richteten sich meine Untersuchungen darauf, innerhalb der mit Platten-Epithel bekleideten Regionen des Kehlkopfs Nervenendigungen nachzuweisen. In der That habe ich hier nicht selten Bilder erhalten, welche wenigstens das zu beweisen schienen, dass zwischen den unveränderten Zellen des Plattenepithels Zellen vorkommen, die sich durch ihre intensive Imbibition mit den färbenden Reagentien (Goldchlorid, Osmiumsäure) auszeichnen, und von denen nicht selten gefärbte Ausläufer auszugehen schienen. Ich brauche kaum auf die Aehnlichkeit aufmerksam zu machen, welche

dieselben mit den von Langerhans und Podkopaen[1]) gegebenen Abbildungen besitzen, welche die innerhalb des stratum mucosum der Epidermis des Menschen und der Säugethiere gelegenen nervösen Zellen darstellen. Ich muss aus eigener Erfahrung bekennen, dass die fast stets unberechenbaren Einwirkungen der hier in Frage kommenden Reagentien speciell auf die Epithelien nur zu häufig rein zufällig sind und uns oft Bilder produciren, welche Verhältnisse und Unterschiede, die in der Natur nicht begründet sind, vortäuschen, so dass ich auf Grund dieser Reactionen allein diese Zellen als nervös nicht in Anspruch nehmen möchte. Andere Anhaltspunkte, die Natur derselben zu entscheiden, liegen für mich leider nicht vor. Ja, ich kann nicht mit Sicherheit angeben, ob wirklich unzweifelhafte Nervenfasern sich bis in das Epithel hinein verfolgen lassen, und muss daher mein Urtheil über diese fraglichen Zellen vor der Hand noch suspendiren.

Die Verhältnisse innerhalb der beiden epithelialen Formenkreise, des Flimmer- und des Plattenepithels, welche innerhalb des Cavum laryngis vorkommen, sind sehr mannigfaltige und wechselnde. So kommen z. B. innerhalb der mit Flimmerepithel bekleideten Stellen enorme Schwankungen in Bezug auf die Form und Dimension der einzelnen flimmernden Cylinderzellen vor. Die Unterschiede können so bedeutend sein, dass z. B. von der Kehlkopfschleimhaut desselben Thieres an einigen Stellen kurze und gedrungene, an anderen Stellen dagegen wieder dünne und langgestreckte Flimmerzellen isolirt wurden, der Längendurchmesser den der ersteren durchschnittlich noch um das Vierfache übertraf. Die der bindegewebigen Grundlage zugekehrte basale Ausfaserung der Flimmerepithelzellen war besonders an den mit verdünnter Müller'scher Lösung behandelten Präparaten deutlich und erreichte oft eine beträchtliche Länge.

Auch innerhalb des Formenkreises der Plattenepithelien kommen ganz ausserordentliche Schwankungen der Gestalt und Dimensionen vor. So finden sich, um nur Eines hervorzuheben, bald Stellen mit ausgesprochen eckigen, bald mit rundlichen und ovalen Plattenzellen. Bemerkenswerth ist noch, dass unter den grossen Epithelzellen sich nicht selten solche fanden, deren Kerne bisquitförmig eingeschnürt waren, oder die auch wohl zwei Kerne besassen.

In der Frage, ob die Nervenverzweigungen der Kehlkopf-

---

1) Dieses Archiv Bd. V, Heft 4, 1869.

schleimhaut Ganglien-Zellen führen oder nicht — welche von Lindemann und Verson verschieden beantwortet wird — muss ich mich auf die Seite von Verson stellen, indem es auch mir niemals gelungen ist, Ganglienzellen an den peripheren Nerven-Verästelungen der Kehlkopfschleimhaut wahrzunehmen.

Die Blutgefässe des Kehlkopfschleimhaut entstammen, wie bekannt, vorzüglich zwei Aesten der Art. thyreoid. sup., von denen der eine, Art. laryngea sup., durch die membrana hyothyreoidea in den Kehlkopf gelangt und sich hauptsächlich in den oberen Partien desselben vertheilt, der andere, Art. cricothyreoidea, das ligament. conicum durchbohrt und die Gegend der wahren Stimmbänder als Verbreitungsbezirk zugewiesen hat.

Ueber die Anordnung der stärkeren Arterien und Nervenstämme hat neuerdings v. Luschka [1]) sehr eingehende Untersuchung veröffentlicht, auf welche hier verwiesen wird.

Ueber die Anordnung und Vertheilung der feineren Gefässe der Schleimhaut liegen Nachrichten von Luschka (l. c.) und Rheiner (l. c.) vor, welche ich im Allgemeinen bestätigen kann, denen ich aber einige Ergänzungen hinzuzufügen habe.

Ueber die dabei eingeschlagene Methode erwähne ich nur, dass das Blutgefässsystem des Kehlkopfs verschiedener Säugethiere (Hund, Katze, Kaninchen, Pferd) unter Anwendung des Hering'schen Injections-Apparates von der Aorta oder von der Art. thyreoidea superior aus, bald mit Carmin-Leim, bald mit wässerigem Berlinerblau injicirt wurden. Die sonach in Alcohol erhärtete Schleimhaut wurde dann theils an Querschnitten untersucht, theils aber abgelöst und in ihrer ganzen Dicke oder in einzelne Schichten zerlegt betrachtet, nachdem sie mittelst Terpentinöl durchsichtig gemacht war.

Der grosse Reichthum der Kehlkopfschleimhaut an Blutgefässen liegt nicht blos darin, dass dieselben sehr dichte Netze bilden, sondern noch weiter, dass in der ganzen Ausdehnung derselben mehrere solche Netze übereinander geschichtet sind, wobei jedoch die einzelnen Abschnitte der Schleimhaut nicht unwesentliche Verschiedenheiten zeigen.

---

1) Die Venen des menschlichen Kehlkopfs. Archiv für Anatomie und Physiologie und wissenschaftliche Medicin von Du Bois-Reymond und Reichert. 1869. Heft IV.

An der hinteren Fläche der Epiglottis sind die tiefer liegenden gröberen Gefässe, Arterien sowohl als Venen, dadurch ausgezeichnet, dass in langen Bögen von der Basis zur Spitze aufsteigend sich spitzwinkelig verästeln, und dass in weiterem Verlaufe die kleinen geschlängelten Zweigchen in schiefer Richtung an die Oberfläche treten, wo sie dicht unter dem Epithel ein ziemlich regelmässiges rundliches Maschenwerk formen, dessen Röhrchen sich von den Capillaren der übrigen Schleimhautpartien auch noch durch etwas grössere Breite unterscheiden.

In allen übrigen Bezirken des Kehlkopfs sind die Blutgefässe der Schleimhaut in drei streng gesonderte Schichten getheilt, von denen die unterste durch fast rechtwinklige Verzweigungen und Anastomosen der gröberen Stämmchen ein weites, polygonal-maschiges Netz darstellt. Die schief aufsteigenden Ausläufer dieser Gefässschicht zerfallen ungefähr in der Mitte der Schleimhaut in zahlreiche feine Röhrchen, welche, sich flächenartig ausbreitend, ein zweites Netz darstellen, dessen Maschen ebenfalls grösstentheils eckige Figuren formen, jedoch mehrmals kleiner sind als die des tiefsten Netzes. Von diesen Gefässchen treten nun in fast senkrechter Richtung äusserst zahlreiche Aestchen an die Oberfläche der Schleimhaut — im Umkreise einer jeden Masche entspringen deren mehrere — um erst dort, unmittelbar unter dem Epithel, in ein feines Capillarnetz überzugehen.

Dieses subepitheliale Netz entsteht dadurch, dass jedes dieser senkrechten Röhrchen sich in mehrere Zweigchen spaltet, welche in seichten Bögen flächenartig verlaufen und mit ihren Nachbarn zusammenfliessen, wesshalb ziemlich regelmässige, rundliche oder ovale Maschen entstehen. Die Sonderung dieser drei Netze ist eine so vollständige, dass es häufig gelingt, durch sorgfältige Präparation jedes Einzelne auf grosse Strecken hin für sich isolirt zu gewinnen.

Eine weitere Beschreibung erfordert noch die Anordnung der Gefässe an den wahren Stimmbändern, an welchen diese Schichtung am ausgesprochensten sich darstellt. Es drängt sich hier vor Allem die Erscheinung auf, dass die Maschen der sämmtlichen Gefässnetze in auffallender Weise nach der Verlaufs-Richtung dieser Bänder in die Länge gestreckt sind, während in den übrigen Bezirken der Schleimhaut der Gefässverlauf keine regelmässig ausgesprochene Richtung einhält.

Die feineren Verhältnisse der Gefässvertheilung an den wah-

ren Stimmbändern konnte ich besonders am Pferdekehlkopf studiren, weil mir von demselben die gelungensten Präparate zur Verfügung standen.

Die tiefliegende, gröbere Gefässschichte, sowie das mittlere Netz zeigen kaum eine andere als die bereits erwähnte Eigenthümlichkeit, dass ihr Verlauf vorwiegend von vorne nach rückwärts gerichtet ist, und dass so langgezogene rechtwinkelige Maschen zu Stande kommen. Das subepitheliale Gefässnetz nimmt aber hier theilweise einen anderen Charakter an, und zwar wegen der Anwesenheit von Schleimhautpapillen, welche ich sowohl am Pferd als auch am Hund und am Menschen als ein constantes Vorkommniss getroffen habe.

Jede dieser Papillen bekommt durch Abbiegen der Capillarröhrchen in das Innere derselben eine Gefässschlinge, deren Schenkel bald parallel, bald spiralig umeinander gedreht erscheinen. Da ferner die Papillen in den vorderen Theilen des Stimmbandes klein und spärlich, in den mittleren grösser und in regelmässige parallele Reihen (ähnlich wie im Pharynx) gestellt sind, gegen die cartil. arytaenoides zu am grössten, aber spärlicher und unregelmässig zerstreut sich finden, so ergibt sich auch für das subepitheliale Gefässnetz dem entsprechend ein verschiedenes Aussehen. Die flachen, unansehnlichen und spärlichen Gefässschlingen der vorderen Partien, die steilen, meist gedrehten, regelmässig aneinander gereihten Schlingen der mittleren Partien, und die wieder spärlichen, aber steilen und stärkeren Gefässschleifen der hinteren Theile des Stimmbandes verleihen dem subepithelialen Gefässnetz der Stimmbänder einen so ausgesprochenen Character, dass man an ihnen allein die Stelle, der das Präparat entnommen ist, diagnostiziren kann.

Ausser diesen, der eigentlichen Schleimhaut angehörigen Gefässausbreitungen findet man an allen jenen Stellen, wo dieselbe sich ohne Zwischenlage von Muskeln etc. an den Knorpel legt, und zwar unmittelbar dem letzteren aufliegend, ein eigenthümliches ganz selbstständiges Gefässsystem, welches ebenfalls leicht für sich darzustellen ist. Dasselbe besteht aus weiten polygonalen Netzen gröberer parallel verlaufender Venen und Arterien, deren ansehnliche Ausläufer nie diese Schichte verlassen. Diese letzteren stellen nur ganz kurze Stämmchen dar, deren jedes rasch in ein vollkommen in sich abgeschlossenes, kleines, zierliches, rundmaschiges Netz von Capillaren zerfällt, welches entweder am Ende dieser Stämmchen

aufsitzt, oder um dieselben herum gesponnen ist. Die genauere Untersuchung zeigte, dass man es hier mit dem Gefässsystem einer Fettgewebslage zu thun habe, welche, mehr oder weniger entwickelt, dem Knorpel aufliegt. Es ist daher auch begreiflich, dass die Reichlichkeit und das Aussehen dieser tiefsten Gefässlage je nach dem Individuum ziemlichen Schwankungen unterliegt. Ich möchte betonen, dass dieses Verhältniss die von Toldt[1]) in einer eben publicirten Arbeit hervorgehobene Selbstständigkeit des Blutgefässsystems im Fettgewebe in recht anschaulicher Weise darthut.

Die Untersuchungen, welche ich über Verlauf und Anordnung der Lymphgefässe der Kehlkopfschleimhaut vorgenommen habe, wage ich nicht als abgeschlossen zu bezeichnen, glaube aber doch bei der grossen Dürftigkeit der bisher darüber vorliegenden Daten, das was ich gesehen habe, berichten zu sollen. Wenn es mir Zeit und Verhältnisse gestatten, so hoffe ich das noch Unklare darin zu ergänzen.

Die Injection der Lymphbahnen wurde nach der Hyrtl'schen Einstich-Methode mittelst Berlinerblau an Kehlköpfen von Hunden und Pferden ausgeführt, wodurch es gelang, dieselben an mehreren Stellen über grössere Strecken hin rein darzustellen, wobei ausserdem die Blutgefässe mit Carminleim gefüllt wurden.

Die Form und die Art der Netzbildung ist bei den Lymphgefässen der Kehlkopfschleimhaut ganz ähnlich, wie sie an anderen flächenartig ausgebreiteten Gebilden getroffen wird. Sie sind sehr reichlich vorhanden, am meisten in den tieferen Schleimhautschichten entwickelt, greifen aber auch bis über das mittlere Blutgefässnetz hinauf. Eigenthümlich sind an vielen Stellen Ausläufer von dem tieferen Lymphgefässnetze, welche in schiefer Richtung ungetheilt oder gabelig gespalten bis unmittelbar unter das subepitheliale Blutcapillarnetz aufsteigen und daselbst blind endigen. Ich will nicht sicher behaupten, dass diese die letzten Enden resp. Anfänge der Lymphgefässbahnen darstellen, vermuthe es aber, besonders wegen ihres geringen Durchmessers und ihrer rein cylindrischen Form, wie man sie kaum je innerhalb des netzartigen Verlaufes von Lymphgefässen zu Gesicht bekommen kann.

Zum Schlusse sage ich meinen Freunden, den Doctoren Boll und Toldt, bei denen ich gearbeitet habe, meinen besten Dank.

1) Beiträge zur Histologie und Physiologie des Fettgewebes. Sitzungsberichte der Wiener Academie der Wissenschaft. 2. Abtheilung. Juli-Heft 1870.

Ueber ein Mikrotom.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber.

Von

Dr. **Alexander Brandt**

in St. Petersburg.

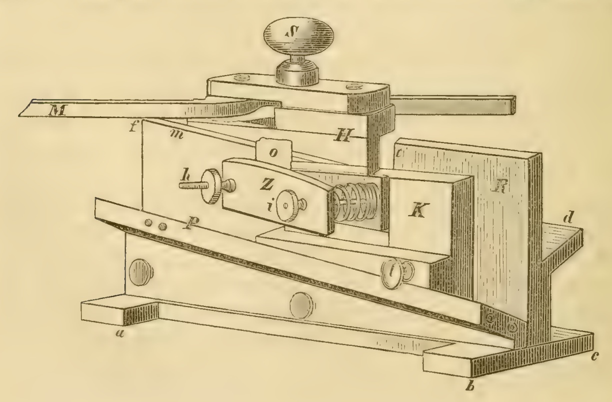
Mit einem Holzschnitt.

Beim Anfertigen von mikroskopischen Schnitten habe ich mich neuerdings mit grossem Vortheile eines Apparates bedient, welcher seinem Constructionsprincipe nach sich wesentlich von den bekannten Mikrotomen von Welcker, Hensen, His u. a. unterscheidet. Die Erfindung desselben gehört Herrn Rivetz die erste Ausführung dem Instrumentenmacher Ct. Vérick in Paris [1]). In seiner ursprünglichen Form in Birnholz ausgeführt, soll der Apparat, wie mir mein Freund Dr. Nitsche mittheilte, durch welchen ich ihn in Leipzig kennen lernte, auf der Pariser Weltausstellung gewesen sein. Gegenwärtig scheint er, und zwar in derselben Form, mehrfach bei Mechanikern und Optikern in Commission zu sein, da selbst in St. Petersburg, vom botanischen Institute der Universität, ein Exemplar desselben erworben wurde. Ob übrigens das Mikrotom in dieser, seiner ursprünglichen Form sich einer ausgedehnteren wissenschaftlichen Verwendung erfreut hat und erfreuen konnte, scheint nicht ganz wahrscheinlich.

Im Wesentlichen besteht ein Mikrotom aus zwei Theilen, welche man als Keil und Hobel bezeichnen könnte. Der Keil (K) ruht auf einer schiefen Ebene (P) und trägt in einer Klemme Z das zu schneidende Object (O). Schiebt man den Keil auf der schiefen Ebene um ein Gewisses aufwärts, so wird dadurch das Object um ein viel Geringeres emporgehoben, ohne seine Stellung

1) Rue de la Parcheminerie au coin de la rue St. Jacques.

zum Horizonte zu ändern. Der Hobel (H) gleitet seinerseits auf einer Ebene (E), jedoch in horizontaler Richtung, und trägt ein horizontal gestelltes Messer (M), welches über das zu schneidende Object hinfährt. Sobald dieses letzte durch Vorschieben des Keiles über die constante Strichebene des Messers emporgehoben wird, lässt sich durch Heranziehen des Hobels ein Schnitt erzielen. — Dies Constructionsprincip ist gewiss ein höchst einfaches, sinniges und durchaus brauchbares. Die vielfachen, im Zoologischen Laboratorium des Herrn Prof. Leuckart angestellten Versuche zeigten jedoch bald, dass Holz ein schlechtes Material zur Herstellung eines Instrumentes sei, bei welchem Alles auf die Präcision der Leistung ankommt. Anfangs gelangen noch die Schnitte ziemlich gut, doch schon nach wenigen Tagen hatte sich das Holz so geworfen, dass man bei ein und derselben Stellung des Holzes, wenn man denselben schwächer oder stärker, mehr vorne oder hinten an die schiefe Ebene andrückte, statt eines einzigen nicht selten 4, ja 5 Schnitte bekam. Ein anderer Uebelstand war der, dass der Apparat als Ganzes, sowie der Keil und Hobel insbesondere wegen ihrer zu grossen Leichtigkeit mit den Händen fixirt werden mussten. Um diese Uebelstände zu beseitigen, liess ich den Apparat vom Leipziger Universitätsmechanikus Leyser in Messing ausführen, wobei gelegentlich auch einige weniger wesentliche Verbesserungen daran angebracht wurden. Entsprechend dem solideren Materiale, wurde die allgemeine Gestalt des Mikrotoms bei dieser Gelegenheit eine bedeutend gefälligere. Der beigefügte Holzschnitt stellt den so modificirten Apparat dar.



Die speciellere Beschreibung des Apparates dürfte sich demnach etwa folgendermassen gestalten. Sein stützendes Gerüste wird von einer verticalen rechteckigen Scheidewand (R) gebildet, welche auf vier platten Füsschen a, b, c ruht. Diese Platte ist 0,16 m. lang, 0,065 m. hoch, und 0,007 m. dick. An ihrem oberen Rande ist ein keilförmiges Stück herausgesägt, dessen 0,01 m. lange Basis nach vorne bei *e* und dessen Spitze hinten, am Ende der verticalen Scheidewand, bei *f* liegt. Hierdurch entsteht, eine schmale schiefe Ebene *m* von 0,1 m. Länge mit einer Steigung von 1 : 10. Auf derselben ist ein Decimeter mit seinen Theilen aufgetragen. An der linken Fläche der verticalen Scheidewand R ist eine schief von vorne nach hinten aufsteigende Platte P befestigt, welche an ihrer oberen Fläche glatt geschliffen ist und genau dieselbe Steigung, wie der Maasstab *m*, d. h. 1 : 10 besitzt. Mit der verticalen Scheidewand R bildet die Platte D einen spitzen Winkel von ungefähr 60°. — In diesen Winkel passt genau der Keil K hinein, welcher sich mithin exact der verticalen Scheidewand R sowohl, als auch der Platte P anschliesst; an denen er hinzugleiten bestimmt ist. Der Keil besteht aus Rothguss und ist 0,07 m. lang. Seine untere Fläche ist genau so breit, wie die Fläche P, nämlich 0,023 m.; seine Höhe beträgt vorne 0,04, hinten jedoch nur 0,035. Durch diese ungleiche Höhe von vorne und hinten wird die obere Fläche des Keiles zu einer horizontalen Fläche; es wird dadurch die schiefe Ebene gleichsam corrigirt; indem die obere Fläche des Keiles und mit ihr auch die, das zu schneidende Object O tragende, Klemme Z stets ihre horizontale Lage beibehalten, auf welcher Stelle der schieferen Ebene der Keil auch stehen mag. Ein auf der oberen Fläche des Keiles angebrachter Querstrich dient als Zeiger, um sich bei den Verschiebungen des Keiles bequemer nach dem Maasstabe *m* richten zu können. — Die Klemme ist den amerikanischen Wäschklemmen nachgebildet, welche auch von den Photographen beim Copiren benutzt werden. Ihre Länge beträgt 0,07 m. Der Schluss der Klemme geschieht durch eine Spiralfeder, zu deren Unterstützung ich übrigens am entgegengesetzten freien Schenkel der Klemme eine Schraube *h* mit einer Schraubenmutter anbringen liess. Um nöthigenfalls auch eine Abschwächung der Spiralfeder bewerkstelligen zu können, wurde eine andere Schraube *i* mitten durch die Spirale hindurchgeführt, und aussen gleichfalls mit einer Schraubenmutter versehen. Die Innenfläche der Schenkel der Klemme, welche das zu schneidende Object O umfassen, wurden mit Riefen

ausgestattet; während der Keil, um ihn besser regieren zu können, unten mit einem Knopfe *l* versehen wurde.

An der rechten Fläche der verticalen Scheidewand R inserirt sich, ebenso wie an der linken, unter einem Winkel von 60° eine Platte Q von 0,03 m. Breite, die gleichfalls vom vorderen Ende des Apparates bis ans hintere reicht. Dieselbe steigt jedoch nicht als schiefe Ebene aufwärts, sondern hat eine durchaus horizontale Insertionslinie. Der auf der Fläche Q ruhende Hobel H wird daher bei seiner Verschiebung stets die horizontale Richtung einhalten müssen. Dem entsprechend ist der Hobel, im Gegensatze zum Keil, vorne und hinten gleich hoch, also prismatisch gestaltet. Er ist 0,04 hoch und 0,075 m. lang. Seine untere Fläche legt sich der Platte Q, seine innere, linke, der verticalen Scheidewand R genau an. Gleich dem Keile, besteht auch der Hobel aus Rothguss. In seinem oberen Theile trägt er in einem geräumigen, horizontalen Schlitz das Messer M, welches durch die Schraube S fixirt wird und sich mehr oder weniger aus dem Schlitz hervorschieben lässt. Das Messer ist genau horizontal gerichtet. Es ist etwas gegen den Rücken hin gebogen, unten plangeschliffen und hat eine Klinge von 0,07 Länge und 0,015 Breite. Ursprünglich besitzt es am Rücken eine Dicke von 0,004 m., doch wurde von mir kürzlich ein anderes Messer aus gewalztem Stahl bestellt, welches nur halb so dick ist.

Der Gebrauch des Apparates ist in Allgemeinen aus seiner Construction ersichtlich. Die zu schneidenden Objecte werden entweder in Hollundermark eingebettet, oder in Paraffin, Stearin u. dgl. m. eingegossen. Nachdem das Object in die Klemme eingespannt wurde, schiebt man den Keil so weit vor, dass man durch einen Zug mit dem Hobel das Object horizontal beschneidet; darauf schiebt man den Hobel über dem Präparat hinweg zurück, schiebt den Keil um einen ganzen, einen halben, ein drittel oder weniger eines Millimeter auf der schiefen Ebene P vorwärts, je nachdem man einen Schnitt von $^1/_{10}$, $^1/_{20}$, $^1/_{30}$ oder weniger Millimeter erhalten will. und schiebt rasch den Hobel wieder vor. Der ganze Apparat kann auch ins Wasser gesetzt werden.

Da es zuweit führen würde, das in Rede stehende Mikrotom mit all den vielen anderen früher construirten zu vergleichen, so möchte ich mir erlauben, hier nur das His'sche vergleichsweise zu berücksichtigen, da dieser Apparat es war, welcher die, lange Zeit (wenn auch nicht ganz verdienter Weise), in Verruf gewesenen Mi-

krotome wieder zur Geltung kommen liess, Dank den vorzüglichen massenhaften Präparaten, die sein Erfinder damit erzielte und die ihm zu seinen grossen embryologischen Arbeiten verhalfen.

Das verbesserte Rivet'sche Mikrotom leistet genau dasselbe wie das His'sche; — so erlaubt es durchaus auf dieselbe Weise ein Object in eine grosse Summe continuirlicher Schnitte zu zerlegen, ohne einen einzigen davon zu verlieren. Dabei macht es aber noch weniger Ansprüche an die manuelle Geschicklichkeit des Arbeitenden, da das Messer „von selbst" die gehörige Richtung einschlägt, während es am His'schen Apparat behutsam an einen zur Führung dienenden Stahlbogen angedrückt werden muss. Ferner wird das Messer in einer uns sehr gewohnten Richtung gezogen und schneidet nicht gegen eine feste Unterlage, wie Kork oder Kautschuk, wodurch es leicht stumpf wird, was wiederum seine Vortheile hat. Der grösste Vorzug aber, den das verbesserte Rivet'sche Mikrotom von dem His'schen hat, dürfte darin bestehen, dass es statt 120 Francs nur 15 Thlr., also blos halb so viel kostet. In wenigen Wochen habe ich mit Hülfe dieses Apparates viele hunderte von guten Schnitten hergestellt. Auch hatte sich der Apparat bei allen denen, die ihn sahen eines ungetheilten Beifalls zu erfreuen, so dass der Verfertiger [1]) sofort mehrere Bestellungen auf den Apparat erhalten hat, obgleich der erste, in meinem Besitz befindliche, an Sauberkeit der Ausführung Einiges zu wünschen übrig lässt.

1) Inspector G. M. Leyser, Leipzig, Bauhofstrasse 10.

St. Petersburg den 25. Dec. 1870.

Essigsaures Kali zum Aufbewahren mikroskopischer Präparate.

Von **Max Schultze**.

Unter allen Flüssigkeiten, welche zum Aufbewahren feucht einzuschliessender mikroskopischer Präparate Anwendung finden, dürfte das Glycerin, rein oder in verschiedenen Mischungen, die verbreitetste sein. Das Glycerin hat neben seinen unläugbaren Vorzügen verschiedene Nachtheile. Zu diesen letzteren gehört die Eigenschaft, manche Gewebstheile bis zum Verschwinden durchsichtig zu machen, sich mit Fetten zu verbinden und daher Lichtbrechungsunterschiede, die durch Fettgehalt bedingt sind, zu vernichten u. drgl. m. Seit die Ueberosmiumsäure mit so ausserordentlichem Erfolge zur Conservirung der zartesten Gewebstheile benutzt wird, tritt ein neuer Nachtheil des Glycerins hervor. Ist nämlich in dem einzuschliessenden, mit Ueberosmiumsäure vorher behandelten Gewebsstückchen eine Spur der Säure zurückgeblieben, so färbt sich das Glycerin unter dem Deckgläschen schwarz, zunächst in der unmittelbaren Umgebung der Präparatentheile und oft erst nach mehreren Tagen oder Wochen, später nicht selten die ganze Flüssigkeitsschicht. Ich kenne kein Mittel, die letzten Reste der Ueberosmiumsäure aus dem Präparate vor dem Einschliessen zu entfernen, denn tagelanges Auswaschen mit Wasser reicht nicht aus. Natürlich werden die Präparate durch die allmählige Schwärzung des Glycerins unbrauchbar oder sind nur durch Umlegen zu retten.

Unter diesen Umständen suchte ich nach einer Flüssigkeit, welche das Glycerin zu ersetzen vermöchte und fand eine solche in der nahezu concentrirten wässerigen Auflösung des essigsauren Kali. Nach Dippel, in dessen Buch „das Mikroskop und seine Anwendung" 1. Theil 1867, p. 480 ich diese Flüssigkeit empfohlen fand, ist dieselbe zuerst von Sanio angewandt und hat an Stelle des Clorcalcium, vor welchem sie entschiedene Vortheile bietet, bisher wie es scheint nur zu Pflanzenpräparaten und auch nur in beschränktem Maasse gedient. Dippel rühmt dieselbe für vegetabilische Präparate und fordert zu Versuchen mit thierischen Geweben auf. Dieselben scheinen bisher nur von mir und meinen Schülern gemacht zu sein. Ich wende die Flüssigkeit wie Glycerin an, d. h. lasse zu dem in Wasser oder Serum gefertigten und in diesen Flüssigkeiten untersuchten Präparaten ohne das Deckgläschen aufzuheben einen Tropfen der starken Lösung von essigsaurem Kali zufliessen. Nach 24 Stunden, wenn das mittlerweile verdunstete Wasser durch die Salzlösung verdrängt ist, wird das Präparat eingekittet. Da die Flüssigkeit nicht eintrocknet und nicht auskrystallisirt, kann man die Präparate wie beim Glycerin auch ohne Verschluss längere Zeit liegen lassen. Die vom Glycerin gerügten Nachtheile fallen beim essigsauren Kali sämmtlich fort, während dasselbe ziemlich alle Vortheile jener Substanz besitzt. In meinem Institute wird das essigsaure Kali seit länger als zwei Jahren benutzt und ich glaube auf die gemachten Erfahrungen hin die Flüssigkeit zu dem gedachten Zwecke allen Mikroskopikern warm empfehlen zu müssen.

Die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug.

Von

Dr. **Th. Eimer,**

Privatdocent und Prosector der Zootomie zu Würzburg.

Hierzu Taf. XVII.

Die Schnautze des Maulwurfs muss der Sitz eines ungemein ausgebildeten Tastgefühls sein, denn sie ersetzt dem Thier fast vollständig den Sinn des Gesichts, ist sein einziger Führer auf seinen unterirdischen Wegen.

Diese Erwägung veranlasste mich, das genannte Organ einer genaueren Untersuchung zu unterziehen.

Beobachtet man einen in der Gefangenschaft in einem Gefäss gehaltenen Maulwurf, so fällt auf, wie das Thier seinen Rüssel ruhelos in Bewegung erhält, die Wände seines Gefängnisses tastend zu untersuchen. Einige Aufmerksamkeit zeigt, dass dabei ausschliesslich die Vorderfläche und die Ränder des Rüssels thätig, aber auch zum Tasten sehr günstig gestaltet sind.

Der zwischen den Naslöchern gelegene mittlere Bezirk der Vorderfläche nämlich geht nach oben über in ein mässig gewölbtes Feld, welches allmälig zum oberen Rand sich umbiegt, so zwar, dass eine nach aufwärts sehende Lippe gebildet wird, welche ein Einschnitt in zwei gleich grosse Hälften theilt (Fig. 14 und 15); ihr unteres Viertel ferner ist zu einer Art nach vorn stehender Lippe sehr deutlich abgesetzt, und endlich erhebt sich die Gegend rechts und links der Naslöcher in je zwei polsterartige Unebenheiten.

In ihrem ganzen Umfang biegt sich die Rüsselscheibe, wie von deren oberem Theil schon beschrieben ist, zu einem convexen Rand nach aussen um und dieser wieder grenzt sich scharf von dem Körper der Schnautze ringsum ab. (Fig. 15.)

Schon mit unbewaffnetem Auge sieht man, allerdings nur bei sehr genauem Zusehen, Scheibe und Rand des Rüssels bis zu der zuletzt erwähnten Grenze — aber nur bis zu dieser — übersät mit sehr feinen Punkten (Fig. 14 und 15). Diese Punkte entsprechen Papillen, welche, wie wir hier vorausschicken wollen, der Sitz eigenthümlicher Nervenendigungen sind.

Die Papillen stehen am wenigsten dicht auf dem zwischen den Naslöchern befindlichen mittleren Theil der Rüsselscheibe, am dichtesten auf deren Wülsten, insbesondere dem oberen und unteren lippenförmigen. Dieses Verhältniss entspricht der Wichtigkeit der einzelnen Gegenden in Beziehung auf die Funktion: jene wulstartigen Erhabenheiten sind es, die hauptsächlich tasten: sie werden zu diesem Zwecke bewegt, vorgestreckt, vermögen sich der Form der zu untersuchenden Gegenstände anzupassen, bei gemeinsamer Aktion dieselben sogar zu umfassen, während das Centrum weniger in Thätigkeit gelangt; sie verhalten sich zu diesem Centrum etwa wie die Finger des Menschen zur Hohlhand. Vor Allem spielt die obere Lippe eine wichtige Rolle: sie wird in bevorzugter Weise zum Tasten benützt, und wollen wir den begonnenen Vergleich weiterführen, so können wir sie mit den drei ersten Fingern der menschlichen Hand zusammenhalten.

Die Papillen stellen sich, von der Oberfläche vergrössert gesehen, als kuppenartige Erhebungen der Epidermis von meist runder Begrenzung dar, deren Durchmesser etwa 0,09 bis 0,20 Mm. beträgt, — die in der Mitte der Rüsselfläche liegenden sind grösser als die übrigen.

Durchschnitte zeigen, dass sich nicht nur die Oberfläche der Epidermis in Papillen erhebt, sondern dass auch deren Schleimschicht, und zwar jedesmal entsprechend einer jener Papillen, eine Fortsetzung, einen Zapfen etwa von Pufferform nach unten in die Lederhaut hineinsenkt (Fig. 1).

Die Schleimschicht besteht in ihrem unteren und mittleren Theil aus schönen mehreckigen Stachelzellen.

Die Axe jeder Papille nimmt nun, von deren Oberfläche an beginnend und unten in der Mitte des pufferförmigen Fortsatzes der

Schleimhaut ausmündend, ein meist sanduhrförmiger (Fig. 2) [zuweilen jedoch der Cylindergestalt sich nähernder (Fig. 3)] Raum ein, welcher zur Aufnahme einer strukturlosen Masse dient, die als Bindegewebe und demnach als Cutiszapfen betrachtet werden muss, in welchen wiederum Nerven in eigenthümlicher Anordnung eingebettet sind. Man kann sich den Raum aus zwei abgestumpften Kegeln gebildet denken, welche mit ihren schmalen Endflächen etwa in der Mitte der Schleimschicht zusammenstossen, während die Basis des oberen mit dem Scheitel der Papillenkuppe, diejenige des unteren mit der Grundfläche der Schleimschicht zusammenfällt.

Der obere der beiden Kegel erweist sich durch besondere Eigenthümlichkeiten des Baues, sowie besonders dadurch, dass er die Nervenendigungen enthält als eigentlicher Tastkörper und ich nenne ihn daher Tastkegel. Der untere nimmt Nervenfäden nur zum Behuf des Durchtritts auf.

Den besten Aufschluss über diese Verhältnisse giebt die Anwendung des Goldchlorids. Behandelt man die Haut der Vorderfläche der Maulwurfsschnautze mit diesem Reagens, so entdeckt man in derselben einen wahrhaft überraschenden Nervenreichthum. Markhaltige Nervenfasern verlaufen in den verschiedensten Richtungen in dicken Bündeln durch die tieferen Lagen der Cutis; in den höheren Schichten streben diese Bündel sämmtlich nach aufwärts und theilen sich zugleich in dünnere, deren jedes indess doch noch aus 20 und mehr Fasern besteht. Je ein Bündel tritt auf einen der pufferartig in die Lederhaut sich einsenkenden Zapfen der Schleimschicht zu (Fig. 1, 2, 3); unterhalb desselben angelangt sieht man das Bündel häufig wie durch eine ziemlich scharfbegrenzte Lücke scheinbar aus der Lederhaut austreten (Fig. 1 und 2 bei a), — möglicherweise haben wir es hier statt mit einer Lücke mit einem Mantel von strukturlosem Bindegewebe zu thun, welcher die Nerven einhüllt und mit dem Cutiszapfen der Papille in Verbindung steht. Nach dem beschriebenen Verlauf werden die Fasern des Nervenbündels, indem sie in einen der Fortsätze der Schleimschicht eintreten, plötzlich marklos und steigen nun als ungemein feine Fädchen — einfache Axencylinder — in der sanduhrförmigen Papillenaxe durch fast die ganze Epidermis in einer eigenthümlichen Anordnung empor. Diese Anordnung ist, wie Querschnitte zeigen, eine solche, dass der Axencylinder etwa 19 oder mehr dicht an der Innenwand des Tastraumes emporsteigen, auf dem Querschnitt also je einen Kreis um-

schreiben, der, beiläufig gesagt, 0,0175—0,203 Mm. im Durchmesser misst, — während ein, zwei oder drei andere das Centrum dieses Kreises, also die Axe des Tastraumes einnehmen.

Fig. 4 stellt einen solchen Querschnitt dar. Derselbe ist dem Bereich des unteren Kegels, etwa in der Höhe von P, Fig. 1, entnommen. Er zeigt, zusammengehalten mit den Längsschnitten, welche in Fig. 1, 2 und 3 gezeichnet sind, dass dieser untere Kegel einfach ein aus der Schleimschicht gleichsam ausgebohrter Hohlraum ist, ohne besondere Wand, und ausgefüllt mit einer strukturlosen Masse (Bindegewebe), in dessen Umfang und in dessen Axe die Nerven emporstreben, ohne weitere Eigenthümlichkeiten darzubieten.

Anders der Tastkegel: schon ein einfacher Längsschnitt aus der Oberhaut zeigt eine eigenthümliche Anordnung des Epithels in seinem Umfang und lässt bald die Ueberzeugung gewinnen, dass er von einem besonderen Epithelialrohr umkleidet ist. Dieses Rohr entsteht durch Aneinanderlagerung einer Anzahl von Ringen, deren jeder in der Höhe aus einer einzigen, im Umfang aus einer oder mehreren Epithelialzellen gebildet wird. Es ist mir gelungen, diese Zellen durch Natron zu isoliren: sie sind spindelförmig, haben je nachdem sie der Horn- oder der Schleimschicht angehören, einen mehr oder weniger grossen oder gar keinen Kern und fügen zum Ring sich zusammen durch Einrollung ihres Körpers und durch Uebereinanderlagerung seiner spitzen Enden.

An die innere Seite des so gebildeten Epithelialrohrs dicht angelegt, steigt nun der Kreis der Nervenfäden im Tastkegel empor und zwar ist jeder Nervenfaden jedesmal da, wo er eine der übereinandergelagerten Epithelzellen jenes Rohrs überschreitet, in derselben durch eine knopfförmige Anschwellung befestigt (Fig. 1 bis 3). Dieses Verhältniss wiederholt sich bis unter die obersten Lagen der Hornschicht: in manchen Fällen waren einzelne Knöpfchen noch bis in die dritt- oder viertoberste Zellenlage der Hornschicht zu verfolgen (Fig. 2 und 3), meist aber kamen sie über die fünfte hinaus nicht zur Beobachtung, und gewöhnlich endigt hier je eines von ihnen in einen Nervenfaden.

Indem die Knöpfchen aller 20 Nervenfäden im Bereich jedes einzelnen Epithelialringes genau in derselben Ebene liegen, so werden innerhalb des Tastkegels so viele übereinanderbefindliche Kreise von knopfförmigen Nervenanschwellungen gebildet, als Epithelialzellenringe vorhanden sind.

Auch der oberste Kreis der Nervenknöpfchen ist ein vollständiger: wenn also, wie in Fig. 2 und 3, im oberen Theil des Tastkegels nur noch einzelne der letzteren zu sehen sind, so hängt das von der mangelhaften Goldeinwirkung ab, wie sie in jener Gegend Regel ist. Vollkommene Bilder dagegen geben Fig. 1, 6 u. 11.

Die Nervenknöpfchen haben einen Durchmesser von 0,0013 Mm. und mehr; die sie verbindenden Fäden einen vielleicht viermal kleineren.

Ob die in der Axe des Tastkegels aufsteigenden Axencylinder gleichfalls knopfförmige Anschwellungen tragen, liess sich nicht entscheiden; sicher indess ist, dass sie erst in gleicher Höhe mit den kreisförmig gestellten endigen (Fig. 6 und 11), also etwa bis zur fünftobersten Epithellage emporreichen.

Der optische oder der wirkliche Querschnitt des Tastegels ergiebt nun nach Anwendung verschiedener Präparationsmethoden Bilder, welche auf das Vorhandensein eines weiteren, bisher nicht erwähnten Nervenfadens in ihm und ferner auf eine eigenthümliche Anordnung der ausfüllenden Bindesubstanz schliessen lassen. Diese Bilder (Fig. 5, 9, 12) müssen auf folgende Weise gedeutet werden: Die centralgelegenen Axencylinder sind in eine Säule von strukturloser Bindesubstanz eingeschlossen, welche einen Durchmesser von etwa 0,012 bis 0,014 Mm. hat. Um diese Säule scheint, spiralförmig gewunden, ein weiterer Nervenfaden zu liegen, und dieser ist wiederum umgeben von einem Rohr von strukturlosem Bindegewebe; endlich nach aussen von diesem folgen die peripherisch gestellten Axencylinder.

Ob und inwieweit die zuletzt behandelten Verhältnisse auch für den unteren Kegel gelten, gelang mir nicht zu entscheiden; dieselben sind übrigens so schwierig zu erforschen, dass ich die vorstehende Schilderung in einem Punkt auch für den Tastkegel nicht als abschliessend hinstellen möchte: es haben mir nur unvollkommene Bilder die Ueberzeugung vom Vorhandensein eines um die centrale Säule gewundenen Nervenfadens gegeben. Dieselben, deren einige in Fig. 12 dargestellt sind, kann ich jedoch nicht anders als wie geschehen deuten, und wenngleich der betreffende bald als Ring, bald als geschlungen, bald endlich vollkommen deutlich als Stück einer Spirale erscheinende Theil (N) derselben nie eine gute Goldfärbung ergeben wollte, so weisen doch seine übrigen Eigenschaften, besonders sein Lichtbrechungsvermögen, mit Sicherheit darauf hin,

dass er aus Nervensubstanz bestehe. Ueber seinen Verlauf aber vermochte ich mir besonders deshalb keine endgültige Vorstellung zu machen, weil es mir nicht gelang, ihn in der Seitenansicht zu Gesicht zu bekommen.

Die centrale Säule nimmt zuweilen eine mehr excentrische Stellung ein (Fig. 9, a); in einzelnen Fällen erschien sie von einem Kreis kleiner Punkte umgeben (Fig. 12, a), deren Bedeutung mir unklar geblieben ist.

Die strukturlose Masse, welche zwischen der Spiralfaser und den peripherischen Axencylindern liegt, zeigt sich öfter, insbesondere nach Behandlung des Gewebes mit Silber, von letzteren an der einen oder anderen Seite, oder ringsum etwas zurückgezogen (Fig. 9, b), so dass durch sie ein eigens abgesetzter Ring gebildet wird.

Die verschiedenen concentrischen Schichten des Tastkegels erkennt man an Silberpräparaten (Fig. 9) und zuweilen an Objekten, die mittelst der Goldmethode behandelt wurden. Goldpräparate, sowie frische zeigen oft noch eine Eigenthümlichkeit: die peripherisch gestellten Nerven haben sich insgesammt von der Wand des Tastkegels zurückgezogen, und drängen sich so zusammen, dass ein Kreis entsteht, der so vielmal eingekerbt ist, als die Zahl der Nervenfäden beträgt. Die seitlichen Berührungsflächen der letzteren täuschen dann oft wie kleine nach dem Centrum des Kreises convergirende Scheidewände vor (Fig. 12 a, b, c, Fig. 5 b).

Die schönsten Bilder von der Anordnung der Axencylinder geben Querschnitte an Osmiumsäurepräparaten (Fig. 4). Auch Längsschnitte an solchen gewonnen, zeigen oft gut den Verlauf derselben. Behandlung des frischen oder vorgängig der Silberwirkung ausgesetzten Gewebes mit Natron lässt ferner für einige Zeit die Axencylinder sehr hübsch hervortreten (Fig. 7).

Alle diese Präparationsmethoden bestätigen in gleicher Weise den Satz, dass sämmtliche Nervenfäden gewöhnlich etwa in der Höhe der fünftobersten Epithelialschicht in einer Ebene endigen (Fig. 6 und 11). Die Goldmethode allein beweist, dass diese Endigung in Form der bekannten Knöpfchen geschieht.

Die Darstellungen von dem Querschnitt des Tastkegels, welche im Vorstehenden gegeben sind, beziehen sich auf die erwähnte Ebene oder auf eine der tiefer liegenden. Es fragt sich nun, wie der Raum oberhalb derselben bis zur obersten Epithelialschicht beschaffen ist. Derselbe ist offenbar meistens leer, stellt also eine kurze Röhre dar,

welche auf die Oberfläche der Papillenkuppe offen ausmündet (Fig. 1, 6, 11). Der beste Beweis hiefür ist der, dass an Papillen, welche man der Einwirkung einer Silberlösung ausgesetzt hat, einzelne Theile der Ebene, in welcher die obersten Nervenendigungen liegen, durch das Silber in verschiedenen Abstufungen gefärbt erscheinen, was zeigt, dass der Bindegewebszapfen des Tastkegels gleichfalls in ihr endigt.

Die obere Endfläche des das Centrum dieses Zapfens bildenden Cylinders stellt dann meistens einen hellbraunen Kreis dar, diejenige des äusseren Bindegewebsrohrs einen dunkleren Ring. Oft ist dagegen umgekehrt der Kreis dunkler als der Ring (Fig. 9, a—d).

Zuweilen sieht man nun auch Bilder, wie Fig. 9, e andeutet: der vorhin leere oberste Raum des Tastkegels muss hier ausgefüllt sein durch irgend eine strukturlose Masse, denn das Silber bringt im Centrum der Papille eine gleichmässig dunkel gefärbte Scheibe hervor, welche in derselben Höhe mit der Kuppenoberfläche liegt. Endlich kommt der Fall vor, dass die Basis des Tastkegels von Epithel bedeckt ist (Fig. 13); aber auch dann schneidet gewöhnlich eine dunkle Kreislinie den Theil des Epithels, welches gewissermassen den Deckel des Tastkegels bildet, vom übrigen ab, als ob derselbe zum Abfall bereit wäre (Fig. 13). Zuweilen war eine Epithelialdecke zwar vorhanden, aber in ihrer Mitte befand sich deutlich ein kleines Loch mit eingerissenen Rändern, wie den Anfang der Zerstörung der Decke andeutend.

Der Tastkegel besteht also aus einem kegel- bis cylinderförmigen Körper, welcher, mit der breiten Basis an der Oberfläche der Papillenkuppe beginnend und mit der mehr oder weniger abgestumpften nach unten gerichteten Spitze bis zur Mitte der Schleimschicht reichend, zunächst von einem in das übrige Epithel der Oberhaut eingefügten Epithelialrohr gebildet wird. Der oberste Theil dieses Rohres ist meist leer, der übrige ist abwechselnd von Nervenelementen und von Bindegewebe erfüllt: zu äusserst, und in die Elemente des Epithelialrohrs mittelst knopfförmiger Anschwellungen eingekittet ein Kreis von Axencylindern, dann ein Rohr von strukturlosem Bindegewebe, hierauf ein Nervenfaden, der wahrscheinlich spiralförmig um eine centralstehende Bindegewebssäule gewunden ist, welche endlich in ihrem Centrum noch 1—3 Axencylinder einschliesst.

Fig. 20 stellt Epithelialzellen der Tastkegelhülle dar, welche sich nach Natroneinwirkung von dem Epithel der Epidermis loslösen, deren Grenze noch als scharfer Ring zu sehen ist. Es zeigt

sich also, dass jene Epithelialzellen mit den Elementen der Oberhaut nicht innig verbunden sind. Dies, sowie ihre Eigenschaft als Auskleidungselemente eines Hohlraumes selbst, brachte mich auf die Vermuthung, dass ich es in ihnen mit Epithelia spuria zu thun hätte, dass also hier eine Endigung von Nerven in Bindegewebselementen gegeben sei.

Eine solche Annahme störte indess eine weitere Beobachtung, allerdings ohne dieselbe auszuschliessen. Zuweilen stiegen nämlich von dem Grunde des pufferartigen Fortsatzes der Schleimschicht, in welchen die Nerven eintreten, Axencylinder empor, welche nicht in den Tastkegel aufgenommen wurden, sondern welche ihren Verlauf ganz unabhängig von diesem in seinem Umkreis in divergirender Richtung nach oben und aussen nahmen — also in der Gesammtheit betrachtet, etwa weitere Trichter um ihn herumbildeten (Fig. 2, z).

Der Lauf der Nerven ging zwischen den Epithelzellen der Oberhaut durch bis in die dritt- oder viertoberste Zellenlage der Hornschicht hinauf. Von der Mitte des Rete Malpighi etwa an bis zu ihrer Endigung in der Hornschicht, waren sie jedesmal da, wo sie eine Epithelzelle überschritten, durch eine knopfförmige Anschwellung im Körper derselben befestigt (Fig. 2, z). Unterhalb der Mitte der Schleimschicht fanden sich keine knopfförmigen Anschwellungen in ihrem Verlauf.

Meine Präparate lieferten mir meist nur einzelne solcher Fäden; daneben fand sich aber in Epithelzellen häufig je ein durch das Gold gefärbtes Knöpfchen. Die einzelnen Knöpfchen waren dann in Reihen, gleichgerichtet den durch Fäden verbundenen angeordnet.

Zuweilen sah ich auf Längsschnitten nach Goldeinwirkung ein kleines Stück Nervenfaden von dem Rand einer Epithelzelle über deren Körper hinlaufen und zwar nicht wie in den vorigen Fällen in senkrechter Richtung nach oben, sondern nach auf- und einwärts, bis es nach kurzem Verlauf mit einer knopfförmigen Anschwellung in der Zelle endigte (Fig. 2, b); den Ursprung dieser Fäden habe ich nicht feststellen können. Dieselben scheinen zwischen den betreffenden Zellen hervorgetreten zu sein, also vor diesem Durchtritt einen zu dem Schnitte senkrechten Verlauf zu haben.

Wir haben also hier eine Endigung von Nerven in wirklichen Epithelien vor uns, ganz in derselben Weise, wie sie in den Zellen der Hülle des Tastkegels vorkommt.

Die Goldfärbung brachte endlich noch eine Eigenthümlichkeit

im Bau der Epithelialzellen zu Tage, die ich hier nicht vergessen will zu erwähnen. Dieselbe betrifft hauptsächlich die Stachelzellen der Schleimschicht, besonders die des mittleren Theils derselben, aber auch Zellen der Hornschicht mit Ausnahme derjenigen, welche die obersten Lagen dieser zusammensetzen.

Das Kernkörperchen war in den in Rede stehenden Zellen umgeben von einem hellen kreisförmigen Hof. Waren zwei Kernkörperchen in einem Kern vorhanden, so hatte jedes derselben seinen eigenen Hof[1]), beide Höfe rund, auch wenn der Kern eiförmig war; nur zuweilen zeigten sie gleichfalls die letztere Form. Der Theil des Kerns, welcher den Hof umgab, erschien dunkler als dieser; die Grenze zwischen beiden aber war bezeichnet durch zahlreiche kleine Pünktchen, welche durch das Gold durchaus dieselbe Färbung erlangt hatten, welche dieses Reagens allen Nervenelementen mittheilt. Im optischen Querschnitt stellten diese Körnchen einen Kreis um den hellen Hof des Kernes dar. Durch Aendern der Einstellung konnte jedoch festgestellt werden, dass sie die helle Kugel, welche das Kernkörperchen umgiebt und die im optischen Querschnitt als kreisförmiger Hof erscheint, auf ihrer ganzen Oberfläche besetzen (Fig. 8, c).

Zuweilen fanden sich endlich ein bis mehrere solcher rothschwarz gefärbter Punkte auch an Stelle des oder der Kernkörperchen (Fig. 8).[2])

Ich bin um so mehr genöthigt, mich einer Schlussfolgerung in Beziehung auf die zuletzt angegebenen Thatsachen zu enthalten, als ich Nervenfäden zu den beschriebenen eigenthümlichen Kernen nicht habe hinzutreten sehen. Die Nervenfäden senkten ihre Knöpfchen in allen unzweifelhaften Fällen in den Zellkörper, nicht in den Kern ein. Im Tastkegel schienen allerdings die Nervenknöpfchen häufig den Kernkörperchen zu entsprechen (Fig. 2 und 3), allein ich konnte mich mit Sicherheit hievon nicht überzeugen. Unsere Axencylinder mit den knopfförmigen Anschwellungen sind natürlich den mannichfach als „variköse Fäden“ beschriebenen feinsten Nerven, welche u. a. von

1) Vergl. H. Joseph: „Ueber Zellen und Nerven der compacten Knochensubstanz.“ Dieses Archiv, Bd. VI. S. 183, wo dasselbe von dem Hof der Knochenzellen gesagt ist.

2) In den Zellen der Hornschicht, in welchen der Kern schon im Untergang begriffen war, war derselbe oft durch einen auffallend scharf markirten, violettschwarzen Punkt oder Strich angedeutet (Fig. 8, H).

Hensen, Joseph, Lipmann an verschiedenen Körperstellen als in Verbindung mit den Kernkörperchen von Epithel-Bindegewebs- und Knochenzellen stehend nachgewiesen sind, analog. Es wäre nun leicht möglich, dass in unserem Fall die in die Zellkörper eingebackenen Knöpfchen nicht die Endapparate für die Zellen wären, sondern dass sie durch so unendlich feine Fäden, wie sie z. B. Lipmann zeichnet, noch mit den kleinen Punkten, welche um den Hof des Kernkörperchens herumliegen oder mit diesem selbst oder mit beiden als einem complicirten Nervenendigungsapparat in Verbindung ständen. Dabei handelt es sich allerdings zunächst nicht um die Zellen der Tastkegelhülle, in welchen ich jene Eigenthümlichkeiten des Kerns nicht beobachtet habe. Es wäre aber gewiss werthvoll genug gewesen, für die Epithelien der Epidermis selbst die aufgestellte Frage zur Entscheidung zu bringen, wie es überhaupt geboten gewesen wäre, gar Manches, was im Vorstehenden nur unbefriedigenden Abschluss gewinnen konnte, endgültig zu erforschen, allein die Zeitereignisse unterbrachen auch diese Arbeit, und jetzt, wo ihr zur Vervollkommnung einige Musse gegeben wäre, hat der Maulwurf noch die Winterquartiere bezogen.

Indess mag durch das Gegebene doch gezeigt sein, dass wir in der Schnautze des Maulwurfs ein Tastorgan vor uns haben, dessen Leistungsfähigkeit eine ausserordentliche sein muss, denn es ist offenbar, dass die Nervenendigungen der Tastkegel nach Willen in direkte Berührung mit dem zu betastenden Körper kommen müssen, indem die wenigen über sie hinausragenden Lagen von Epithelzellen eine zu niedrige Schicht bilden, als dass durch dieselben eine solche direkte Berührung verhindert werden könnte, wogegen sie vielleicht den Zweck erfüllen mögen, vor beständigem unwillkürlichem Reiz zu schützen; und zweitens ergibt eine ungefähre Rechnung, dass unsere Tastfläche, die eine Ausdehnung von etwa 30 □ Mm. hat, von mehr als 5000 Papillen besetzt ist, was für die Gesammtsumme allein der Tastkegel beiläufig 105,000 Nerven ausmacht, welche auf jener kleinen Fläche endigen, abgesehen von denjenigen, welche ausserhalb der Tastkegel noch in den Papillen vorhanden sind.

Dieser ungeheure Nervenreichthum erklärt nun auch leicht die bekannte Thatsache, dass schon ein leichter Schlag auf seine Schnautze den Maulwurf tödtet.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVII.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Haut der Vorderfläche der Maulwurfsschnautze mit der Goldmethode behandelt. T Tastkegel, N Nervenbündel, E Oberhaut, C Lederhaut. Vergrösserung 70/1.

Fig. 2. Wie Fig. 1. Vergr. 400/1.

Fig. 3. Wie Fig. 1. Vergr. 520/1.

Fig. 4. Querdurchschnitt aus demselben Objekt, etwa in der Höhe von P, Fig. 1. C Lederhaut, E Oberhaut, (pufferartige Zapfen der Schleimschicht), N Axencylinder. Osmiumsäurepräparat. Vergr. 250/1.

Fig. 5. Papillen der Vorderfläche der Maulwurfsschnautze von oben. a Basis des Tastkegels, R Bindegewebsring, S centrale Bindegewebssäule, N centrale Axencylinder, b peripherische. Silberpräparat.

Fig. 6. Tastpapillen von oben. a Tastkegel, e Epithelialhülle desselben, hier den oberen leeren Theil des Tastkegels umgebend, N Endigung der Tastnerven in einer kreisrunden Ebene.

Fig. 7. Tastpapille und Tastkegel von oben. Silberpräparat, nachträglich mit Natron behandelt.

Fig. 8. Epithelialzellen aus der Haut der Maulwurfsschnautze nach Goldeinwirkung. K Kern, k Kernkörperchen, h heller Hof um dasselbe, N Nerv.

Fig. 9. Tastpapillen von oben. Silberpräparat.

Fig. 10. Epithelzellen, welche den Tastkegel umkleiden; durch Natron von der umschliessenden Epidermis E losgelöst und isolirt.

Fig. 11. Tastkegel in ihrem oberen Theil. a nach Natroneinwirkung, b mehr schematisch.

Fig. 12. Ansichten von Tastkegeln von oben. In a, b, c die peripherischen Axencylinder A wie seitlich zusammengebacken, N Spiralfaser, d Wand des Axencylinders.

Fig. 13. Papille von oben: die Basis des Tastkegels mit Epithel bedeckt. Silberpräparat.

Fig. 14. Vorderfläche der Maulwurfsschnautze vergrössert. Die Punkte deuten die Papillen an.

Fig. 15. Vorderer Theil der Maulwurfsschnautze von oben, um die nach oben sehende Tastlippe T zu zeigen.

Beiträge zur Lehre vom Amnion.

Von

Dr. **S. L. Schenk,**

Assistenten am physiologischen Institute der Wiener Universität.

Hierzu Tafel XVIII.

Seitdem man das Amnion als eine Umhüllung des Embryo kennen lernte, welche mit dem Embryonalleib im Zusammenhange steht, war man bezüglich seiner Entstehung verschiedener Meinung. Die Einen glaubten, dass der Embryo sich im Amnion bilde, dieses aber eine Oeffnung habe, durch welche die Gebilde des Nabelstranges heraustreten. Die Anderen behaupteten, dass der Embryo ausserhalb oder auf dem Amnion entstehe und sich dann rückwärts in dasselbe einsenken solle.

Durch v. Baer's[1]) Forschungen ward es als unzweifelhaft festgestellt, dass das Amnion eine vom Embryo ausgehende Bildung ist und beide aus dem Blastoderma hervorgehen. Die Entwickelung des Amnion ist in Kürze gefasst nach Baer folgende: Das äussere Keimblatt schlägt sich faltenartig über den Rücken des Embryo, die Falten berühren sich und verwachsen. Dadurch entsteht eine Hülle, die den Embryo in Form eines Sackes einschliesst. Zwischen dem Embryo und der Hülle ist ein Raum, welcher die Amnioshöhle ausmacht. Die Amnioshöhle steht vor dem Abschliessen des Amnion mit der Umgebung in offener Communication.

1) V. Baer, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere, II. Theil Königsberg 1837.

Diese Bildungsweise des Amnion haben auch die späteren Forscher bestätigt, nur dass die Letzteren nicht mehr der Keimblättertheorie v. Baer's anhängend, die Bildung des Amnion vom Standpunkte der Dreiblättertheorie schilderten.

Bei Reichert[1]) finden wir, dass das Amnion jener Theil der Membrana reuniens ist, der über die Kopfabtheilung des Embryo und über die formirte obere Wirbelsäule sich verlängert. Die anfangs dicken Amniosplatten wachsen sich mehr verdünnend aufwärts und nach der Mittellinie, haben hier nur eine geringe Höhe zu überwinden und vereinigen sich gegenseitig über der oberen Wirbelröhre in einer geraden Linie, zwischen der entgegenkommenden Kopf- und Schwanzscheide. Die Amnioshöhle ist fertig und stellt die über die obere Wirbelröhre verlängerte und vereinigte Membrana reuniens inferior des Bauches dar.

Nach Remak[2]) ist die Bildung des Amnion derart, dass sich das äussere Keimblatt und die Hautmuskelplatte des mittleren Keimblattes über dem Rücken des Embryo vereinen. Diese Vereinigung lässt sich vom Kopfende gegen das Schwanzende des Embryo verfolgen.

Das Kopfende sowohl als auch die dem Kopfende näher gelegenen Theile des Embryonalleibes sind früher als das Schwanzende vom Amnion umhüllt. His[3]) lässt in seinem ausführlichen Werke das Amnion aus dem oberen Keimblatte und der oberen Nebenplatte hervorgehen. Die Vereinigung der Amniosfalten kommt durch eine Verdickung der Zellenmassen an den sich berührenden Stellen des Amnion zu Stande.

Aus dem Angeführten ersieht man, dass die Kenntnisse über die Entwickelung des Amnion noch eine Reihe von Lücken zeigen, die uns zunächst die Kenntniss der Art und Weise des Abschliessens vorenthalten. Ferner erweisen sie sich als mangelhaft bezüglich des Bildungsmaterials, welches aus der Embryonalanlage zum Aufbaue des Amnion verwendet wird.

Wir wissen mit Remak, dass das Amnion aus dem über dem Rücken des Embryo zurückgeschlagenen äusseren Keimblatte

---

1) Reichert, Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche. Berlin 1840.

2) Remak, Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1855.

3) His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. — I. Die Entwickelung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868.

und der Darmfaserplatte des mittleren Keimblattes hervorgeht. Diese Angabe genügt uns aber nicht um zu erklären, woher denn das Material für die im Amnion befindlichen Gewebe ausser den Epithelstratis kommt. Es ist bekannt, dass das äussere Keimblatt nur den Horngebilden, dem peripheren und centralen Nervensystem, zur Grundlage dient. Von der Hautmuskelplatte ist es durch meine Untersuchungen[1]) dargethan, dass die Elemente derselben blos zur Auskleidung der Pleuroperitonealhöhle dienen. Da die Hautmuskelplatte nirgends im Embryonalleibe zu Bindegewebe metamorphosirt wird, so ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Fortsetzung derselben, welche an der Bildung des Amnion, als dessen äussere Lamelle Antheil nimmt, hier ausnahmsweise in Bindegewebe metamorphosirt werde. Abgesehen davon kann man die Elemente der Hautmuskelplatte in späteren Entwickelungsstadien als flache Epithelialgebilde (des Amnion) finden, die auf ihrem Querschnitte Bilder liefern, welche Längsschnitten von Spindeln ähnlich sind. Endlich atrophiren sie gänzlich in ihrer peripheren Ausbreitung, wie dies von Waldeyer[2]) zuerst angegeben wurde.

Um die angeführten Lücken auszufüllen und überhaupt Studien über die Entwickelung des Amnion machen zu können, ist es nothwendig Embryonen der Untersuchung zu unterziehen, die sich in einem Entwickelungsstadium vom Anfange des dritten bis inclusive Ende des fünften Tages befinden. Man wird hierbei in Erfahrung bringen, dass die Bildung des Amnion derart vor sich geht, wie es die trefflichen Schilderungen der oben citirten Autoren dargethan haben. Hier möge nur zunächst die Art des Abschliessens näher geschildert werden, da wir uns mit der einfachen Annahme nicht begnügen können, der zufolge die beiden Amniosfalten sich am Rücken des Embryo vereinigen.

Um die Art und Weise der Vereinigung der Amniosfalten auf Durchschnitten näher kennen zu lernen, genügt es, eine Reihe aufeinanderfolgender Durchschnitte zu gewinnen, die in der Gegend jener Ebene des Embryonalleibes liegen, in welcher das Amnion eben im Abschliessen begriffen ist. Diese Ebene liegt am dritten Tage der Entwickelung (Huhn) ohngefähr in der Höhe des Anfanges des Mitteldarmes.

1) Schenk, Sitzungsberichte der k. Acad. der Wissenschaft. Wien, LVII Bd. II. Abth. 1868. Beitrag zur Lehre von den Organanlagen im motorischen Keimblatte.

2) Waldeyer. Eierstock und Ei. Leipzig 1870.

Man hat hier Durchschnitte, in denen das Amnios noch nicht abgeschlossen zu sehen ist, sondern nur dessen Falten. Höher oben dem Kopfende näher gelegen, findet man das vollkommen gebildete Amnios und zwischen beiden die Uebergänge in der Entwickelung desselben zu sehen. An Embryonen vom Ende des vierten Tages beobachtet man am Rücken des Embryo ein kleines Grübchen im Amnion, das von einem wulstigen Rande umgeben ist. Dieses Grübchen, welches in der Höhe der hinteren Extremitäten liegt, ist nichts Anderes, als die Communikationsöffnung zwischen der Amnioshöhle und der Umgebung des Eies. Die aufeinander folgenden Durchschnitte in dieser Höhe geben gleichfalls eine Uebersicht über den Abschliessungsvorgang an der Kopf- und Schwanzfalte des Amnion. Dieser Abschliessungsvorgang ist an beiden Falten ein ähnlicher. Die erste Faltenbildung findet man an der Grenze des Fruchthofes. Ist dieselbe bis zur Höhe der Urwirbel gelangt, so findet man sie (Fig. 1) aus zwei Zellenlagen bestehend, deren eine die direkte Fortsetzung des äusseren Keimblattes (α), die andere eine Fortsetzung der Hautmuskelplatte des mittleren Keimblattes ist. Sobald diese Falten von beiden Seiten des Embryo am Rücken des Letzteren bis über die Urwirbel in die Nähe der Mittellinie gekommen sind, so sieht man an Querschnitten (Fig. 2) die Uebergangsstelle (u) jenes Theiles der Falte, welche dem äusseren Keimblatte (α) angehört, verdickt. Diese Verdickung (u) besteht an in Chromsäure gehärteten Hühnerembryonen aus polyedrischen Zellen, mit einem körnigen Protoplasma deutlichem Kerne und Kernkörperchen. Die Elemente der Verdickung (u) können lediglich nur durch den Prozess der Theilung der Elemente des Amnion an dieser Stelle in grösserer Menge als im übrigen Amnion angehäuft sein. Da wir im Amnion dieses Stadiums keine Gefässe haben, so können wir nicht von einem Austritte der Elemente aus den Blutbahnen sprechen, die an der in Rede stehenden Verdickungsstelle sich angehäuft hätten. Andererseits kennen wir auch im äusseren Keimblatte, an dem die Zellenvermehrung stattfand, keine Gefässverzweigungen, durch deren Wandungen die Elemente austreten könnten, um längs des äusseren Keimblattes, an die benannte Stelle hinanzuwandern. Es wäre allenfalls noch denkbar, dass etwa aus den Räumen der Gefässe im Frucht- oder Gefässhofe Elemente ausgetreten wären, und diese könnten längst der Innenfläche der inneren Lamelle des Amnion bis zum verdickten Theile (u) hinwandern. —

Abgesehen davon, dass der letzte Vorgang nicht Gegenstand der direkten Beobachtung sein kann, möchte ich nur bemerken, dass man in frühen Stadien, wie ich schon erwähnt habe, ausser den Elementen, welche den Fortsetzungen des äusseren Keimblattes und der Hautmuskelplatte des mittleren Keimblattes im Amnion entsprechen, keine anderen Elemente zwischen beiden finden kann. — Die verdickten Stellen des Amnion (u) kommen einander näher und man findet an Schnitten in jenen Ebenen, die dem noch nicht ganz abgeschlossenen Amnion näher liegen, die Communikationsöffnung der Amnioshöhle mit ihrem wulstigen Rande gänzlich geschwunden (Fig. 3). Die verdickten Stellen sind von beiden Seiten mit einander vereinigt und geben ein Bild wie es die Fig. 3 zeigt, in welcher man die Falten des äusseren Keimblattes (α) mit einander vereinigt sieht (u), während die Schlinge des mittleren Keimblattes (β) ohne bemerkbare Veränderung zu zeigen und ohne an dem Abschliessungsakte des Amnion sich noch zu betheiligen, umbiegt.

Die weiteren Veränderungen sind in Fig. 4 zu sehen. Die Verdickung (u) im äusseren Keimblatte ist in zwei Partien getheilt, deren eine (α II) dem Rücken des Embryo näher liegt und von diesem durch das Gerinnsel (x) der Amniosflüssigkeit getrennt ist. Die andere liegt nach aussen vom Embryonalleibe den Amniosfalten (β) des mittleren Keimblattes an. Beide Zellenlagen (α I und α II) stehen durch eine schmale Zellenbrücke (B) mit einander in Verbindung. Die Schlingen des mittleren Keimblattes (β) ragen von beiden Seiten bis an die Zellenbrücke (B). Der grössere Theil der verdickten Zellenmasse des äusseren Keimblattes findet sich der Amnioshöhle (A) zugewendet und hängt der inneren Lamelle des Amnion an. Diese anhängende Zellenmasse ist von dem körnigen Gerinnsel (x) der Amnioshöhle (A) nicht scharf getrennt, so dass wir den Grenzkontour zwischen beiden nicht deutlich sehen können. Die Zellen, welche dem körnigen Gerinnsel näher liegen, haben ein Protoplasma, welches feinkörnig ist. Der Kern ist nicht in allen sichtbar. Da wir nun später am entwickelten Amnion von dieser Verdickung keine Spur mehr finden, so bin ich geneigt anzunehmen, dass die Zellen, welche die Verdickung ausmachen, bis zu einem bestimmten bleibenden Theile derselben nach und nach im liquor Amnii aufgehen und ihre Zerfallsprodukte scheinen zum guten Theile an der Bildung der Amniosflüssigkeit in dem Embryonalleibe ihre Verwendung zu finden.

Die Verbindungsbrücke (B), welche als der Rest der früheren Verdickung im äusseren Keimblatte anzusehen ist, bleibt längere Zeit an Querschnitten zu sehen, bis man sie endlich ganz vermisst (Fig. 5).

Sodann sind aus den ursprünglichen beiderseitigen Amniosfalten des äusseren Keimblattes zwei Zellenlagen hervorgegangen, deren eine (Fig. 5 αII), als direkte Fortsetzung des äusseren Keimblattes, das innere Blatt des Amnion bildet und den Embryonalleib zunächst umgibt. Zwischen dem inneren Amniosblatte (α II) und der von diesem getrennten äusseren Zellenlage (α I) befinden sich die beiden Falten des mittleren Keimblattes (β, $\beta_{,}$). Diese sind um die Ausdehnung der früheren Verbindungsbrücke (Fig. 4, B) von einander entfernt. Nach dem Schwinden der Verbindungsbrücke bleiben sie während längerer Zeit, bei äusserlich scheinbar vollkommen geschlossenem Amnion von einander getrennt (Fig. 5). — Erst später ist an den einander entgegengekommenen Umbiegungsstellen der Falten der Hautmuskelplatte eine schwache Verdickung zu erkennen, vermittelst welcher diese Falten sich vereinen. An den Bildern, die man weiter entwickelten Stellen des Amnion entnimmt, sieht man aus diesen aneinander gerückten Falten neuerdings zwei Zellenstrata hervorgegangen. — Die innere derselben, d. i. die dem Embryo näher gelegene, bildet die äussere Lage des Amnion. Sie ist die Fortsetzung der Hautmuskelplatte ins Amnion. Die äussere bildet einen Theil der Amniosfalte, welche sich vom Amnion, das den Embryo in vorgerückteren Stadien umgiebt, abgeschnürt hat.

Das Amnion, welches in dem eben geschilderten Entwicklungsstadium am Rücken des Embryo vollkommen abgeschlossen ist, kann insofern nicht als vollendet betrachtet werden, als man nur die Epithellagen des Amnion an der äusseren und inneren Oberfläche desselben vor sich hat.

Ausser den genannten Zellenlagen findet man in späteren Entwickelungsstadien (Fig. 6) noch eine dritte, welche zwischen beiden früheren (α, β) liegt. Diese (γ) steht mit den Urwirbeln (U) in Verbindung und ist erst am Anfange des vierten Tages zu sehen. Sie kann als Grundlage sämmtlicher Gewebselemente, mit Ausnahme der Epithelien, welche im Amnion vorkommen, betrachtet werden.

In jener Periode der Entwickelung, wo die Urwirbel an Masse zunehmen, wuchern sie einerseits zwischen die Darmfaserplatte und

das Darmdrüsenblatt (Schenk[1]), um hier die Grundlage für die Schichten der Darm- und Magenwand zu bilden, mit Ausnahme des Peritonealepithels, und jenes der Darm- und Magenschleimhaut (Barth[2]), Laskowsky[3]). — Die zwischen Darmfaserplatte und Darmdrüsenblatt vorgeschobene Formation dient auch der Leber, Lunge und Milz zu ihrer Grundlage inwieferne diese Organe ihr Material zum Aufbaue aus dem mittleren Keimblatte beziehen.[4]) Andererseits wuchern sie zwischen die Hautmuskelplatte und äusseres Keimblatt, wo sie als Seitenplatten zur Bildung der Leibeswand dienen. Dieser Theil der Urwirbel dient, wie es meine Untersuchungen darlegen, nicht nur zur Bildung der Leibeswand, sondern ein Theil desselben wird zwischen die beiden Amniosblätter vorgeschoben. Hierdurch wird das Amnion durch eine dritte eingeschobene Zellenlage dicker. Nun beginnen andere Gewebselemente ausser den Epithellagen im Amnion sichtbar zu werden, die aus den Elementen der vorgeschobenen Formation der Urwirbel hervorgehen.

Am besten ist das Gesagte aus den Fig. 6 und 1 zu ersehen.

Die Zeichnung giebt nur jenen Theil des gewonnenen Durchschnittes (der durch den ganzen Embryonalleib gelegt wurde), der zur Erklärung des oben Erwähnten dienen soll. Es ist in den Fig. 6 und 1 der Waldeyer'sche Keimhügel (Kh) und dessen Fortsetzung ins Amnion (Hautmuskelplatte) Hm zu sehen. Ferner findet man die Fortsetzung des äusseren Keimblattes ins Amnion α, die an ihrer Umbiegungsstelle (A), Fig. 6, etwas verdickt ist. Zwischen dem äusseren Keimblatte α und der Hautmuskelplatte β im Amnion sieht man die Gebilde der Urwirbel (γ) bis φ vorgeschoben. Diese vorgeschobenen Gebilde sieht man in Fig. 1, welche einem jüngeren Stadium angehört, nur bis zur Umbiegungsstelle der Hautmuskelplatte (β) und des äusseren Keimblattes (α) reichen. Diese Formation (γ Fig. 5) wird nun weiter ins Amnion vorgerückt gefunden, bis man sie endlich so weit findet, als überhaupt die beiden früheren

1) l. c.

2) Barth, Beitrag zur Entwickelung der Darmwand. Sitzungsber. d. Wiener k. Acad. d. Wissenschaften LVIII. Bd. II. Abth. 1868.

3) Laskowsky, Ueber die Entwickelung der Magenwand. Sitzungsber. d. Wiener k. Acad. d. Wissenschaften. LVIII. Bd. II. Abth. 1868.

4) Diese von mir gebrachte Angabe, welche ich Präparaten vom Hühnerembryo entnommen habe, wurde von Götte in diesem Archiv Bd. V. 1869 für die Batrachier bestätigt.

Lagen des Amnion reichen, so dass ein Durchschnitt durch das Amnion von jeder beliebigen Stelle seiner Ausdehnung die drei geschilderten Lagen darstellt. Nun wird man die Fortsetzung der Hautmuskelplatte ins Amnion allmählig atrophirt vorfinden, die Zellen werden flacher bis sie schliesslich ganz schwinden und das Amnion entbehrt der äusseren Zellenlage. Fig. 7 stellt ein Stück eines Amnion der späteren Entwickelungsstadien dar, das um einen Extremitätsstumpf geschlungen ist. An demselben sind die Schichten (α, β, γ) des Amnion zu sehen. Die mittlere Lage (γ) zeigt einige Gefässlücken und zu Bindegewebe metamorphosirte Gewebselemente. Das innere Blatt α stellt das wohlerhaltene innere Epithel dar. Die Fortsetzung der Hautmuskelplatte ist nur bis zu der Grenze v zu sehen, im Uebrigen zeigt sie keine Spuren, die auf ihr früheres Dasein schliessen liessen. Die Frage, die wir uns noch ferner zu stellen haben ist, auf welche Weise findet die Vergrösserung der Urwirbelmasse, respective deren Zellenvermehrung statt?

Man kann bei einem embryonalen Gebilde, welches man an Masse zunehmen sieht, sich kaum der Annahme enthalten, dass die Vermehrung der Zellen, welche das Organ zusammensetzen, in Folge des Theilungsprocesses vorhandener Elemente vor sich geht. Denn gerade an embryonalen Gebilden kann man den Theilungsprocess von den ersten Furchungsstadien bis zur frühesten Anlage der Organe verfolgen. Andererseits ist auch der Meinung Raum zu geben, vermöge welcher die Elemente aus den Gefässräumen im Embryonalleibe austreten und sich später zu den Organanlagen gesellen, um ähnlich wie die Vorgänge im Extraembryonalleben stattfinden, zu Gewebselementen der Organe sich umgestalten zu können.

Durch folgende Gründe kann man sich veranlasst sehen, dieses anzunehmen.

In jenen Entwickelungsstadien, wo die Urwirbel an Querschnitten nicht grösser als in ihrer frühesten Anlage erscheinen, fehlen die Gefässe im Fruchthofe zwischen Darmdrüsenblatt und Darmfaserplatte, oder die Durchschnitte der Bluträume sind nur im Beginne des Fruchthofes spärlich vorhanden. Erst mit dem vermehrten Auftreten der Bluträume im Fruchthofe tritt auch eine Vergrösserung der Urwirbelmasse auf.

Nun sollte man während dieses Entwickelungsstadiums das Kreisen des Blutes im Embryonalleibe des Huhnes beobachten, um

das Austreten von Elementen durch die Gefässwandungen zu sehen. Allein eine Reihe nicht zu beseitigender Uebelstände, die bei diesem Versuche am Huhne auftreten, hindert uns, um zu einem positiven Resultate zu gelangen. Zunächst muss man die Beobachtungen nur bei auffallendem Lichte am nicht aus dem herauspräparirten Embryo machen. Die Vergrösserung, die man hierbei anwenden kann, geht nicht über Hartnack Ocul. III. Object V. Abgesehen davon, dass man die Vergrösserungen nicht nach Belieben anzuwenden vermag, kann man den Embryo nicht für eine längere Dauer zur Untersuchung benutzen. Denn es ergeben sich eine Reihe von Schwierigkeiten aus dem Umstande, dass man nicht leicht das Ei während der Untersuchung unter solche Verhältnisse bringen kann, unter denen es sich befinden muss, wenn man es künstlich bebrütet. Ferner ist das eröffnete Ei der atmosphärischen Luft ausgesetzt und vertrocknet die oberflächliche Eiweissschicht. Versucht man aber mit Hülfe eines Deckgläschens (oder eines Glimmerplättchens) die in der Eischale gemachte Oeffnung mittelst Klebwachs zu verschliessen, so schlagen sich alsbald an der Innenfläche des Deckgläschens Wasserdämpfe nieder, die jede weitere Beobachtung stören. Das Deckgläschen direkt auf den Embryo gelegt, führt grösstentheils eine solche Reihe von Störungen nach sich, dass ein baldiges Zerreissen der Gefässräume unausbleiblich ist. Beim Säugethiere sind die Schwierigkeiten in viel grösserem Masse, so dass man an diesen nicht einmal die Circulation beobachten kann. Was aber an Säugethieren und Hühnern nicht ermöglicht ist, kann mit Leichtigkeit an Embryonen von Batrachiern und Forellen gesehen werden. Es ist nun wahrscheinlich, dass das Austreten der Elemente normaler Weise auch beim Säugethiere und Huhne vor sich geht, da diese bis zu einem gewissen Grade der Entwickelung keine Verschiedenheit in den Entwickelungsvorgängen von denen anderer Thiere zeigen.

Es scheint dem Angeführten zufolge die ins Amnion vorgeschobene Formation, welche von den Urwirbeln stammt, zum Theile aus Abkömmlingen von Zellen zu bestehen, die durch den Theilungsprocess sich vermehrt haben; zum Theile können sie metamorphosirte Elemente sein, die aus den Blutbahnen ausgetreten sind.

Die Elemente der vorgeschobenen Formation erleiden wesentliche Veränderungen, welche zur Umwandlung derselben zu den

Gewebselementen des vollendeten Amnion führen. Man sieht hier die verschiedenartigen Bilder, wie sie aus den Arbeiten von Obersteiner[1]) und Kuzneroff[2]) als embryonales Bindegewebe bekannt sind. Ich habe einige derselben aus dem Amnion vom Kaninchen und Huhne (a bis f) gezeichnet.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XVIII.

Die Figuren stellen Abschnitte von vollständigen Querschnitten durch den Embryonalleib dar, welche zur Erklärung des Gesagten dienen sollen.

α äusseres Keimblatt.

β Hautmuskelplatte (des mittleren Keimblattes).

γ vorgeschobene Formation der Urwirbel.

U Urwirbel.

PP' Pleuroperitonealhöhle.

Kh Keimhügel (nach Waldeyer).

Hm Hautmuskelplatte.

A Amnioshöhle.

u Verdickung an der Umbiegungsstelle des äusseren Keimblattes in der Amniosfalte über den Rücken des Embryo E.

x Gerinnsel in der Amnioshöhle.

a bis f Bindegewebselemente aus dem Amnion.

---

1) Obersteiner, Ueber Entwickelung und Wachsthum der Sehne. Sitzungsber. der k. Wiener Academie der Wissenschaften. LVI. Bd. II. Abth. 1867.

2) Kuzneroff, Sitzungsber. d. Wiener Academie d. Wissenschaften. LVI. Bd. II. Abth. 1867.

Ueber das Gehörorgan der Gasteropoden.

Von

Prof. Dr. **F. Leydig**
in Tübingen.

Hierzu Taf. XIX.

Seit dem Jahre 1838 weiss man durch Eydoux und Souleyet, dass am Gehirn der Schnecken Organe zugegen sind, welche den Gehörwerkzeugen höherer Thiere sich vergleichen lassen. Die erste derartige Wahrnehmung wurde an den Heteropoden gemacht, was kaum zufällig ist, da an dieser Gruppe das Organ wegen seiner Grösse und der durchsichtigen Beschaffenheit des ganzen Thieres am ehesten dem Blick sich zeigen musste. Und es ist selbst begreiflich, wie schon mehr als zehn Jahre vor den genannten französischen Beobachtern, im Jahre 1825, Delle Chiaje bei der Zergliederung von Pterotrachea das Gebilde wenigstens sah, wenn auch in seiner Bedeutung verkannte. [1])

Bei den Gasteropoden im engeren Sinne scheint Pouchet zuerst, und zwar ebenfalls um das Jahr 1838 herum, des Organs ansichtig geworden zu sein, ohne aber zu wissen, was er eigentlich vor sich habe. [2])

---

1) Delle Chiaje, Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Tomo primo. Napoli 1841. „Prima che Eydoux e Soleyet rinvenissero l'apparato uditorio nei Molluschi pteropodi ed eteropodi, ... io aveva figurato l'otolite della pterotrachea, ma confuso (Mem. Nap. 1825) con ganglietti nella carinaria mediterranea."

2) Note sur le développement des Limnées. Ann. d. sc. nat. 1838, p. 64.

Indem von da an verschiedene Beobachter sich mit gedachter Bildung beschäftigten, hatte man gegen Mitte der fünfziger Jahre bezüglich des Vorkommens und des Baues folgende Ergebnisse gewonnen.

Erstens: ein Gehörwerkzeug besitzen alle Abtheilungen der Mollusca cephalophora.

Zweitens: dasselbe besteht immer aus einer Blase, deren bindegewebige Wand sich in eine festere innere Lage und eine mehr lockere Umhüllung scheidet. Die Innenfläche wird von einem Epithel überdeckt, dessen Zellen von verschiedener Gestalt sind und meistens Wimperhaare tragen. In der Flüssigkeit, welche die Ohrblase prall erhält, schweben die Otolithen. Der zur Blase führende Nerv kann zu einem langen Stiel ausgezogen sein, oder er ist so verkürzt, dass das Gehörorgan den Nervencentren unmittelbar aufsitzt.

Dies war der Stand der Kenntnisse, als im Jahre 1856 Adolph Schmidt mit der „Entdeckung“ hervortrat, dass noch an der Ohrblase ein besonderer „Gehörgang“ vorhanden sei, welcher von der Capsel nach aussen zur Haut führe.[1] Da man nun wusste, dass am Gehörorgan der Cephalopoden ein flimmernder Canal in der That vorhanden sei, so lag es nahe, den von Schmidt angezeigten Gehörgang und denjenigen der Cephalopoden sich als gleichwerthige Bildungen vorzustellen.

Als ich jedoch durch eigene Untersuchungen an Arion hortensis, Limax agrestis, Helix hortensis und H. ericetorum mich von der Anwesenheit des Ohrcanals der Gasteropoden überzeugen wollte, gelang es mir nicht, denselben aufzufinden, vielmehr ergab sich, dass die Ohrcapsel im Ganzen die Form einer kurz gestielten Blase habe; dann dass der kurze Stiel den Ansatz an's Gehirn bezwecke und nicht etwa gegen die äussere Haut führe, so dass demnach im ganzen übrigen Umfang die Capsel scharf abgeschlossen sei.[2]

Meine Mittheilungen über diesen Gegenstand sind, wie es scheint, von Boll[3]) und Gegenbaur[4]) übersehen worden. Insbe-

---

1) Beiträge zur Malakozoologie, Berlin 1857; vorher in der Zeitschr. f. die gesammten Naturwissensch, Jahrg. 1856.

2) Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. I, S. 58.

3) Beiträge z. vergleichenden Histiologie d. Molluskentypus. Bonn, 1869.

4) Grundzüge zur vergleichenden Anatomie, zweite Auflage. 1870.

sondere vergleicht der letztere den Wimpercanal der Cephalopoden mit dem Schmidt'schen Gehörgang und sieht beide für homologe Bildungen an. Ein Irrthum, der zu vermeiden gewesen wäre; denn obschon meine Untersuchungen, wie das Folgende zeigen wird, nicht ans Ende des Weges gelangt waren, so gehen doch das Beobachtete und der Vergleich auf richtiger Bahn und diese lenkt durchaus davon ab, im Ohr der Gasteropoden ein dem Wimpercanal am Ohr der Cephalopoden gleichwerthiges Gebilde erblicken zu wollen.

Immerhin wäre ich schwerlich dazu gekommen, den Gegenstand von neuem vorzunehmen, wäre nicht der Auszug einer Abhandlung von Lacaze-Duthiers erschienen, in welcher angezeigt wird, dass, mag auch die Ohrblase der cephalophoren Mollusken an der unteren Portion des Gehirns liegen, der Gehörnerv doch immer von der oberen, den Schlund umgreifenden Abtheilung den Ursprung nimmt.[1]) So sehr nun diese Angabe im ersten Augenblick befremden musste, — und sie wurde auch von einem Berichterstatter über die malakologische Literatur sehr ungläubig aufgenommen und besprochen — so musste ich wenigstens daran erinnert werden, dass ich den Stiel der Ohrblase, d. h. den Gehörnerven zwar in die untere Gehirnportion sich verlieren sah, aber nicht dessen Ende nach seiner histologischen Verbindung kannte, insbesondere nicht, wo der Uebergang seines Neurilemms in das Neurilemm des Ganglions und ebenso seines Inhalts in die nervöse Substanz stattfinde.

Um über diese von dem französischen Forscher angeregte und für die vergleichende Anatomie bedeutungsvolle Frage ins Klare zu kommen, unterzog ich das Gehörorgan einiger Lungen- und Kiemenschnecken von Neuem der Prüfung und das Ergebniss gestaltet sich zu einer Bestätigung der schönen Entdeckung von Lacaze-Duthiers, was jetzt darzulegen der Zweck dieser Zeilen ist.

Die Methode der Untersuchung, deren ich mich bediente, war einerseits, dass ich von den in Wasser erstickten Thieren (Helicinen, Limacinen) das Gehirn sorgfältig ausschnitt und dann sowohl frisch, als nach Behandlung mit Essigsäure oder sehr verdünnter Kalilauge studirte. Oxalsäure, welche ich ebenfalls anwandte, hat mir keine Dienste geleistet, welche grösser gewesen wären, als die der zwei genannten Flüssigkeiten. Ferner ist, wie fast für alle histologischen

1) Mémoire sur les Organes de l'audition (otolithes) de quelques animaux invertébrés. Compt. rend. 1868. p. 882.

Arbeiten, der Gebrauch sehr verdünnter Lösungen von doppeltchromsaurem Kali zu empfehlen.

Andererseits habe ich auch das Gehirn aus lebenden Thieren genommen und, mit Schneckenblut befeuchtet, der weiteren Zergliederung unterworfen.

Man darf nicht glauben, gleich am ersten Präparat und an jeder beliebigen Schneckenart das Gewünschte zu sehen, was schon daraus hervorgeht, dass den Augen so vieler Beobachter das wahre Sachverhältniss entgangen ist. Auch wird ein Eingehen auf histologische Einzelheiten unerlässlich.

I. Das Gehirn.

1. Gestalt und Gliederung.

Das centrale Nervensystem der diesmal untersuchten Gattungen von Lungenschnecken: Limax, Arion, Vitrina, Helix, Clausilia, Carychium, Succinea, Physa, Planorbis, Ancylus bleibt sich zwar in den Grundzügen gleich, ändert aber ähnlich wie das Gehirn in bestimmten Gruppen der Wirbelthiere, so auch hier nach den Gattungen mehr oder weniger ab. Die obere Portion — wir wollen sie Oberhirn nennen — besteht aus zwei gangliösen Seitenmassen, welche in Grösse und Umriss mancherlei Verschiedenheiten, namentlich gewisse Höcker oder Wölbungen als Ausdruck innerer Sonderungen darbieten. Es soll nachher Helix hortensis bezüglich dieses Punktes näher in Betracht gezogen werden.

Die beiden seitlichen Massen des Oberhirns werden durch eine Querbrücke oder Commissur, welche ebenfalls nach ihrer Länge und Breite kleine typische Verschiedenheiten zeigt, verbunden.

Die unter dem Schlund liegende Portion — sie mag Unterhirn heissen — besteht bekanntlich aus einer vorderen Partie (Ganglion pedale) und einer hinteren (Ganglion viscerale). Die vordere liegt etwas tiefer als die hintere. Die letztere ist es nun, welche in manchen der obigen Gattungen eine Neigung sich in kleine Abschnitte aufzulösen kund gibt, während die vordere durchweg jederseits ein nahezu einfaches rundliches Ganglion bleibt.

Gehen wir von Helix aus, mit welcher Gattung hierin Limax, Arion und Vitrina ziemlich übereinstimmen, so finden wir, dass

z. B. bei H. hortensis[1]), H. pomatia, H. obvoluta und andern jeder der beiden Seitenabschnitte der hinteren Partie (Ganglion viscerale) durch eine vom Rande hereingreifende mittlere Einkerbung den Anfang zur Zerlegung des Ganglions zeigt; denn diese vierlappige Beschaffenheit führt bei anderen Gattungen zu einer Auflösung in vier gesonderte durch Commissuren verbundene Ganglien. Solches sehen wir z. B. bei Clausilia, wovon ich C. similis untersuchte und wo alsdann Ober- und Unterhirn als Ganzes eine Zusammensetzung aus acht Ganglien erhalten; auch bei Physa — ich zergliederte Ph. hypnorum — erscheint diese Zerlegung der hinteren Partie des Unterhirns, aber mit einer neu hinzutretenden Sonderung, insofern die eine Seitenhälfte sich einigermaassen wieder durch eine mittlere Einschnürung scheidet; wobei aber der bemerkenswerthe Umstand an allen von mir untersuchten Exemplaren sich kund gab, dass diese zuletzt erwähnte Sonderung asymmetrisch war, das heisst, nur auf die eine Seite beschränkt.

Die den Schlund umgreifenden, Ober- und Unterhirn verbindenden Commissuren sind, wie man seit der Arbeit Berthold's weiss, jederseits doppelt und wohl ohne Ausnahme; wenigstens sehe ich auch da mit Sicherheit zwei, wo Moquin-Tandon[2]) eine einzige zeichnet, z. B. bei Vitrina diaphana. Die Länge dieser Commissuren ändert wieder nach den einzelnen Gruppen und trägt wesentlich mit dazu bei, dem Gehirn im Ganzen ein besonderes, zum Gattungscharakter gehöriges Gepräge zu verleihen. Unter den Nacktschnecken sind die Commissuren sehr kurz bei Limax und es ist interessant, wahrzunehmen, dass bei Vitrina, welche auch sonst, z. B. in der Weichheit der Körperhaut, der Gattung Limax näher steht, als der Gattung Arion, die Commissuren ebenfalls sehr kurz sind, wodurch wie dort das Gehirn ein gleichsam zusammengeschobenes Aussehen erhält. Bei Arion sind die Commissuren schon etwas länger als bei den eben genannten Gattungen; noch länger werden sie bei den Arten von Helix und Clausilia; Succinea hingegen — ich zergliederte S. amphibia — zeigt wieder kurze Commissuren und auf solche Weise ein Gehirn von zusammengeschobener Form; sehr kurz sind sie auch bei Physa.

Bemerkenswerth ist ferner, dass die zum hinteren Abschnitt

---

1) Fg. 1.

2) Hist. nat. des Mollusques de France. 1855. Pl. VI.

(Ganglion viscerale) des Unterhirns tretende Commissur vor dem Uebergang in letzteren ganglïös verdickt erscheint, so z. B. an Helix hortensis, H. pomatia, H. obvoluta; der zum vorderen Abschnitt (Ganglion pedale) führenden Commissur fehlt eine derartige Anschwellung.

Bekanntlich zieht durch das Gehirn oder den Schlundring ausser dem Schlund und den Ausführungsgängen der Speicheldrüsen noch die Aorta. Von ihr löst sich ein Ast ab, welcher den zwischen den beiden Abschnitten des Unterhirns bestehenden Raum durchsetzt, sich dann gabelt und die beiden Zweige nach rechts und links, entlang der Seitencommissuren, schickt.

Unsere Kiemenschnecken hinsichtlich der Gliederung des Schlundringes im Näheren zu untersuchen, fehlte mir im Augenblicke (Spätherbst) die rechte Gelegenheit. Nur Paludina impura liess sich noch in einiger Menge auftreiben, hingegen die Paludina vivipara — sie fehlt bei Tübingen — konnte ich mir nicht mehr aus der Gegend ihres Vorkommens beschaffen. Ich war auf zwei Exemplare beschränkt, welche sich im Schlamm eines Aquariums erhalten hatten, und da ich überdies an beiden die Aufmerksamkeit mehr auf Darstellung des Gehörorgans als auf dasselbe richtete, so kann ich nicht sagen, ob hier ebenfalls eine doppelte Commissur vom Oberhirn zum Unterhirn geht und ob das letztere weiter getheilt ist. Wohl aber vermag ich von Paludina impura anzugeben, dass das Unterhirn in ähnlicher Weise wie bei den Lungenschnecken in zwei Partien zerfällt, in eine vordere, etwas tiefer liegende und in eine hintere, höher gelegene und zweimal eingekerbt, so dass sie dreilappip erscheint. Auch die seitliche Commissur ist doppelt.

2. Feinerer Bau.

An das, was ich bereits darüber in meinem Aufsatze „Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken“ berichtet [1]), habe ich jetzt nur Einiges anzufügen.

Das Neurilemm betreffend, verdient noch einmal herausgehoben zu werden, dass die Nervenhülle bei allen den genannten Gattungen von Pulmonaten Muskeln [2]) besitzt. Sie durchflechten das Neurilemm am Ober- und Unterhirn und nicht minder durchsetzen sie die haut-

1) Archiv f. mikrosk. Anatomie. B. I.

2) Fig. 3, A. a.

artig ausgebreiteten Bänder, welche vom gemeinsamen Integument und der nächsten Umgebung her ans Gehirn treten.

Die gangliöse Substanz anbelangend, so zeichnet sich der hintere Abschnitt (Ganglion viscerale) des Unterhirns dadurch aus, dass hier die grössten Ganglienkugeln, eine an der anderen, liegen. Von Mittelgrösse sind die des vorderen Abschnittes oder des Ganglion pedale. Im Oberhirn kommen grössere, kleinere und ganz kleine Ganglienkugeln vor; doch erreichen die grössten niemals den Umfang jener des Ganglion viscerale im Unterhirn, und die verschiedenen Arten der Nervenzellen halten sich in bestimmten Gruppen zusammen.

Dann besitzt aber auch noch das Oberhirn in seinen beiden Seitenhälften eine feinkörnige blasse Substanz, welche einen scharfabgesetzten Ballen [1]) von cylindrischer leicht gebogener Form darstellt. Auch nach Reagentien bleibt derselbe von homogener blasskörniger Beschaffenheit. Diesen hellen Ballen umgibt dann, von unten und innen her gleich einer Schale, eine dunklere Partie, welche aber von histologisch anderer Art ist, denn sie besteht aus sehr kleinen runden Zellen von dunkler Beschaffenheit des Protoplasma. Das über diesen eigenthümlichen Theil im Oberhirn Gesagte bezieht sich insbesondere auf Helix hortensis; es liegt nahe, dass der Körper gewisse Vergleichungspuncte darbietet mit Partien im Gehirn der Insecten. [2])

Jede Hälfte des Oberhirns zeigt nach aussen zwei Wölbungen oder Lappen, durch eine scharfe Ausrandung von einander eine Strecke weit gesondert. Aus dem vorderen Lappen kommt hauptsächlich der grosse Nerv zu den oberen Tentakeln und dem Auge und es lässt sich sonach der Theil mit dem Riech- und Sehlappen der Arthropoden vergleichen. Der grosse Tentakelnerv am Vorderrand des Lappens nimmt seinen Ursprung aus der gedachten eigenthümlichen Partie, welche der ersten Beobachtung sich gern nur als einfach dunkelkörnige Masse darstellt, bis die weitere Prüfung uns mit der erwähnten Zusammensetzung bekannt macht. — Das Oberhirn lässt ausserdem noch vier Nervenstämmchen hervortreten, welche alle von der unteren Fläche abgehen.

Was an den Seitencommissuren des Gehirns bemerkenswerth

---

1) Fig. 3, A, b.

2) Leydig, vom Bau des thierischen Körpers, S. 231 ff.

erscheint, wird für unseren Zweck besser nachher bei Besprechung des Ohrcanals angegeben.

Bei den beiden bezeichneten Arten von Kiemenschnecken sind die Ganglienkugeln durchweg kleiner, als bei den Lungenschnecken, wodurch sie zu diesen in einen recht auffälligen Gegensatz treten.

II. Das Gehörorgan.

1. Lage und Grösse.

Es ist bekanntlich ein Leichtes, am Gehirn unserer Lungenschnecken das Gehörorgan zu erblicken und sich zu überzeugen, dass dasselbe dem Unterhirn angehört. Aber nicht so ohne weiteres erledigt sich die Frage, ob es an dem vorderen oder hinteren Abschnitt ruht und erst nach und nach vergewissert man sich, dass der vordere Abschnitt, welcher aber tiefer steht als der hintere, es ist, welchem das Ohr aufsitzt. Sollten noch Zweifel übrig bleiben, so betrachte man zu deren Beseitigung das Gehirn in seiner Verbindung mit dem Schlund.

Ich habe anderwärts darauf hingewiesen, dass das Auge der Lungenschnecken bei den verschiedenen Arten hinsichtlich der Grösse nicht allzusehr abzuweichen scheine und daran erinnert, dass dem Augsburger Naturforscher v. Alten dies bereits aufgefallen sei. Aehnlich verhält es sich mit dem Gehörorgan. An der sehr kleinen Schnecke Helix rotundata z. B. ist es eben so gross wie bei Helix hortensis, daher erscheint es auch gegenüber dem Umfang des Gehirns bei kleineren Arten umfänglicher als bei den grösseren Arten; doch sinkt die Grösse immerhin bei manchen ganz kleinen Arten in entsprechendem Grade herab.

Die Abbildung des Ohres von Carychium minimum bei Moquin-Tandon (a. a. O. Pl. XXIX, Fgg. 22, 23) könnte freilich glauben machen, dass bei den kleinsten Lungenschnecken das Organ an Grösse zunehme. Ich vermuthete jedoch längst, dass sich der Künstler der gedachten Figuren nur einige Freiheit erlaubt habe, was sich bestätigte, als ich lebende Thiere untersuchen konnte. Die Zeichnung des genannten französischen Zoologen giebt eine irrige Vorstellung; das Ohr von Carychium minimum ist freilich im Verhältniss zum Umfang des Unterhirns gross, aber an sich klein, ja kleiner als das Auge desselben Thieres.

Hinsichtlich der auf dem Lande und jener im Wasser lebenden Lungenschnecken schien mir der Unterschied vorhanden zu sein, dass bei den letzteren z. B. Planorbis, Physa das Ohr in seiner Grösse dem der Helicinen nachstehe. Ohne Widerrede, weil ganz auffällig, ist aber das Ohr der Kiemenschneckengattung Paludina umfänglicher als jenes der Lungenschnecken; ebenso ist es bei Hydrobia vitrea grösser als bei einer Landschnecke von gleicher Grösse.

Es lässt sich auch noch bemerken, dass das Ohr mit dem Sehorgan eine andere Gemeinschaft theilt. Das Auge ist im Verhältniss zum Oberhirn nach seitwärts und nach oben gewendet: das Ohr ebenfalls nach seitwärts, aber nach unten.

2. Form.

Bei oberflächlicher Besichtigung erscheint die Ohrblase der Lungenschnecken von einfach kugeliger Gestalt und die Abbildungen sind auch fast sämmtlich in dieser Weise gehalten. Allein in Wirklichkeit ist die Kugel, wie genaueres Zusehen belehrt, an der dem Ganglion zugewendeten Seite abgeplattet, ja, da sie hier der Wölbung des Ganglions sich anzupassen hat, erscheint sie an dieser Fläche leicht eingedrückt; das Organ springt daher mit dem freien Umfang uhrglasförmig oder wie eine Halbkugel vor [1]), während die concave untere Fläche die Wölbung des Ganglions aufnimmt.

Bei Paludina vivipara hingegen, allwo das Organ freigestielt dem Gehirn ansitzt, ist seine Form in der That rein kugelig, ebenso bei Paludina impura. Da das Ohr bei letztgenannter Schnecke etwas schwieriger zu untersuchen ist als bei den Lungenschnecken, so vermuthe ich fast, dass Moquin-Tandon, der Verfasser des mehrmals angezogenen Werkes über die Mollusken Frankreichs, die das Gehörorgan versinnlichen sollenden zwei Ringelchen auf das Gehirn nach Analogie des Befundes bei Lungenschnecken eingetragen hat, ohne das Organ selbst näher auf sein Verhalten studirt zu haben. Im Text geschieht dessen keine Erwähnung. — Auch bei Hydrobia vitrea ist die ebenfalls frei abstehende Ohrblase wirklich von Kugelform.

---

1) Fig. 6.

3. Gewebe.

Die bindegewebige Wand der Capsel zerfällt immer, ganz ähnlich der Zusammensetzung des Neurilemms, in eine innere festere Lage oder die eigentliche Capselmembran und in eine äussere lockere Umhüllung.

Es ist bemerkenswerth, dass während die Zellen dieser lockeren äusseren Lage am Neurilemm so allgemein bald Fett- bald Kalkkugeln, ein andermal Eiweisskügelchen, dann wieder braunes oder schwärzliches Pigment in sehr wechselndem Grade der Menge einschliessen, all dieser Inhalt rings um die halbkugelig vorspringende Ohrblase ganz oder fast ganz zurückbleibt, so dass höchstens Spuren davon anzutreffen sind.

Ich habe vor Jahren am Ohr der Paludina vivipara Muskeln beschrieben, welche die Ohrcapsel innerhalb der lockeren Umhüllung geflechtartig umziehen. Diese contractilen Elemente fehlen auch dem Ohr der obigen Lungenschnecken nicht; aber sie fallen keineswegs so leicht in die Augen wie bei Paludina, sondern wollen aufgesucht werden.[1])

Ferner ist es das die Blase auskleidende Epithel, welches unsere Beachtung verdient. In ganz unbehelligtem Zustande, frisch aus dem Thiere genommen und mit dem Blut der Schnecke befeuchtet, erscheint es als gleichmässig dicke Lage, ohne Vorsprünge und Eintiefungen, dabei von scharfer Innengrenze. Doch schon der leiseste Druck genügt, diesen Zustand aufzuheben: seine Grenzlinie nach einwärts verläuft jetzt bogig-zackig, wie wenn das Epithel in grössere warzige Vorsprünge sich gesondert hätte. Gar manche der vorhandenen Abbildungen stellen daher den Binnenraum der Ohrblase zackig oder sternförmig dar.

An dem noch ganz unversehrten Organ tritt aber auch bei gewisser Lage eine wulstig verdickte Stelle des Epithels hervor, welche mir nicht erst durch die Behandlung entstanden zu sein scheint, sondern von vorne herein bestehen mag. Ueberall wo ich derselben ansichtig wurde, liegt sie dem Ansatzpuncte des nachher zu besprechenden Gehörnerven gegenüber. Nicht blos bei Lungenschnecken ist die Wölbung zugegen, sondern auch bei Paludina vivipara deutlich vorhanden. Boll hat jüngst an der Ohr-

1) Vergl. Fig. 2, a; Fig. 6, b.

blase der Heteropoden ebenfalls gegenüber des Eintrittes des Hörnerven eine besonders verdickte Zellenlage nachgewiesen, die er als Crista oder Macula acustica ansieht. Ohne dieser Deutung zustimmen zu wollen, wird man doch in meinen Figuren der Ohrblase von Helix pomatia[1]) und der Paludina vivipara[2]) an das von Boll dargestellte Verhalten im Gehörorgan von Pterotrachea coronata[3]) erinnert und darf verwandte Bildungen vermuthen.

Es mag dabei in Erinnerung gebracht werden, dass als ich seiner Zeit[4]) die Entwickelung des Ohres bei Paludina vivipara verfolgte, bereits auf Etwas stiess, was mit diesem späteren Verhalten zusammenzuhängen scheint. Wenn nämlich der anfangs solid-zellige Ohrkörper anfängt, sein Inneres hohl zu gestalten, so ist wahrzunehmen, dass da, wo später der Hörnerv ansitzt, die Wand dünner ist, an dem übrigen Umfang aber dicker!

Sieht man die Beschaffenheit des Epithels näher an, so ist der zellige Charakter im ganz frischen Zustande meist sehr undeutlich; das Epithel hat vielmehr das Ansehen einer homogenen feinkörnigen Schicht, aus welcher die Kerne abstechen.[5]) Nach der Natur der Kerne wären aber die Zellen von zweierlei Art. Man unterscheidet nämlich einmal kleine, welche in der Mehrzahl vorhanden sind, im hintersten Theil der zu ihnen gehörigen Zellsubstanz, also nach aussen gegen die bindegewebige Wand der Kapsel liegen und ein körniges Innere haben. Dann finden sich aber zweitens noch, in nur geringer Zahl und wie es scheint lediglich an bestimmten Stellen grosse runde Kerne, mit je einem Kernkörperchen, dessen Form spindelartig ist. Von der Anwesenheit dieser beiderlei Kerne habe ich mich überzeugt, z. B. an Helix pomatia[6]), H. hortensis. H. obvoluta[7]), Clausilia similis, Succinea amphibia. Nicht aber sehe ich sie bei Kiemenschnecken: sowohl bei Paludina vivipara als auch bei impura besteht das Epithel aus kurzen Cylinderzellen, welche an der erwähnten Verdickung zu hohen Cylindern sich ausziehen; dabei sind sie von körniger Art in ihrem einwärts gerichteten Abschnitt und von mehr heller körnerfreien Beschaffenheit im äusseren Theil. Die Nuclei zeigen sich allerorts von einerlei Grösse und Natur.

Die Wimperhärchen des Epithels sind bekanntermaassen ausserordentlich fein und öfters kann man selbst im Zweifel darüber

1) Fig. 4. 2) Fig. 8, a. 3) a. a. O. Taf. III, Fig. 47.
4) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. II, S. 139.
5) Vergl. Fig. 6, Fig. 7. 6) Fig. 4. 7) Fig. 5.

bleiben, ob sie wirklich da sind. Bezüglich der Paludina vivipara meldete ich seiner Zeit, dass man an ungeborenen Thieren die zitternde Bewegung der Hörsteinchen sehen könne, während die grossen Otolithen in der Hörcapsel erwachsener Thiere regungslos da lägen und nur die kleinsten Steinchen eine leichte Bewegung erkennen lassen. An den vor Kurzem untersuchten zwei Exemplaren sah ich an dem aus dem lebenden Thier genommenen Organ nur an einer Stelle das Spiel einer äusserst zarten Flimmerung und alle Otolithen in völliger Ruhe. Nachdem die Ohrblase eine halbe Stunde im Blut der Schnecke lag und das Epithel seinen hellen Grenzsaum eingebüsst hatte, trat Wimperung fast überall auf. Es begann auch ein ganz schwaches Rücken einzelner Otolithen und was mir merkwürdig war: es liess sich bei äusserster Aufmerksamkeit ein höchst sachtes Fortrücken der ganzen Otolithenmasse bemerken, ohne dass der einzelne Hörstein hierbei die Lage veränderte. Die Flimmercilien selbst aber als solche zu erkennen, war mir auch jetzt unmöglich. Die Methode der Untersuchung mag auch bei anderen Schnecken öfters Antheil haben, ob man Flimmerung sieht oder nicht: so vermisste ich Cilien und Bewegung der Otolithen an Gehörblasen, die aus der lebenden Helix obvoluta geschnitten wurden, während ich beides später an Thieren wahrnehmen konnte, welche im Wasser zuvor erstickt worden waren. Unter allen oben aufgeführten Pulmonaten erschien die Flimmerung am deutlichsten bei Ancylus fluviatilis und die Bewegung der Hörsteine am lebhaftesten.

Einigemale und zwar wenn ich das frische Ohr z. B. von H. hortensis oder Clausilia similis in Schneckenblut mit sehr starker Vergrösserung (Tauchlinse Nr. 9) untersuchte, wollte es mir vorkommen, als ob zugleich mit den Cilien noch einzelne starre Borsten zugegen wären; doch bin ich hierüber zu keiner Sicherheit gelangt. Wäre aber wirklich etwas derartiges vorhanden, so liesse es sich verknüpfen mit den grosskernigen Zellen und man könnte an eine Sonderung des Epithels in gewöhnliche Flimmerzellen und borstenartige Sinneszellen denken; doch sei noch einmal gesagt, dass ich wenigstens nicht im Stande war, dieser Vermuthung bessere als die erwähnten Stützen zu geben.

Die Otolithen zeigen in Grösse, Form und Zahl mancherlei, wenn auch unbedeutende Verschiedenheiten. Mehr dem rein Ovalen nähern sie sich z. B. bei den Helicinen; zugespitzter sind sie bei den im Wasser lebenden Lungenschnecken, z. B. Ancylus, Planorbis.

Kleinere Arten, wie z. B. Carychium minimum haben auch sehr kleine Ohrsteine. Je geringer ihre Grösse, um so zahlreicher erfüllen sie die Ohrblasen. Bei ganz jungen Thieren von Helix pomatia sind die Otolithen mehr rundlich als später und aus ihrer Mitte hebt sich ein scharfer heller Innenraum ab, der eine ähnliche spindelförmige Gestalt hat, wie der Nucleolus oben erwähnter Kerne im Epithel der Ohrblase. Darnach könnte man sich vorstellen, als ob die Hörsteine nicht reine Concretionen wären, sondern ein zelliges Element oder wenigstens einen Kern zur Grundlage hätten. Damit steht jedoch nicht im Einklang, was ich früher an Embryonen von Paludina vivipara sah: „Die Hörsteine krystallisiren ohne weiteres aus der Flüssigkeit der Ohrblase heraus; sie sind anfangs punktförmige Körper, spitzen sich zu und wachsen durch Schichtenbildung.“ Immerhin verdient diese Beobachtung schon um desshalb hier eine Stelle, als ich dadurch der Angabe begegnen möchte, die Herkunft und Entwickelungsgeschichte der Hörsteine sei noch völlig dunkel, mit dem Nebengedanken, sie könnten durch einen von dem Ohr zur äusseren Haut gehen sollenden Canal in die Blase gelangt sein, — eine Vermuthung, die ganz grundlos ist.

Unter den in diesem Aufsatz erwähnten Schnecken haben nur zwei: Paludina impura und Hydrobia vitrea, gleich den einheimischen Muscheln einen einzigen grossen kugeligen Otolithen von schönschaligem Bau und radiären Streifen. Von Hydrobia vitrea untersuchte ich nur Weingeistexemplare, aber das Ohr nach seiner Form und der Gehörstein waren gut erkennbar. Es mag noch erwähnt sein, dass auch der einzelne kleine Otolith etwa einer Helix pomatia bei entsprechender Vergrösserung die concentrischen und strahligen Linien aufzeigt.

4. Der Ohrcanal oder Hörnerv.

Bei den ersten Versuchen, mich von der Richtigkeit der Lacaze-Duthiers'schen Angaben zu überzeugen, kam ich nicht weiter als früher, das heisst ich sah nur einen Stiel von der Ohrblase abgehen, in den sich wohl auch einige Otolithen hineindrängen liessen. Dabei konnte immerhin festgestellt werden, dass die derbe bindegewebige Membran der Ohrcapsel dem festeren Neurilemm des Unterhirns nur anliege, das lockere aber über beide Theile weggehe, somit die Ohrblase unzweifelhaft dem Ganglion blos aussen aufliegt.

Dann liess sich auch bemerken, dass wenn Otolithen zum Vorquellen gebracht waren, was aber keineswegs immer gelingt, dies in der Richtung gegen die zum Oberhirn aufsteigenden Seitencommissuren geschah. Doch war ich damit immer noch weit entfernt, eine Verbindung des am Unterhirn liegenden Ohres mit dem Oberhirn zu erblicken.

Endlich verliess ich die bisher ausschliesslich zum Gebrauch herangezogenen Exemplare von Helix pomatia und Helix hortensis und wandte mich zur Untersuchung der zarten Vitrina diaphana. Das erste Exemplar, nachdem es im Wasser erstickt worden, liess mit Sicherheit das bisher vergeblich Gesuchte wahrnehmen: von der Ohrblase ging ein Canal längs der Seitencommissuren herauf zum Oberhirn, um dort in der Nähe des Ursprunges des Sehnerven sich mit dem Oberhirn zu verbinden. Die Otolithen konnten nach Behandlung des Gehirns mit Kalilauge zwar eine Strecke weit zum Vorquellen gebracht werden, aber nicht nach der ganzen Ausdehnung des Canals. Da ich nun gleich darauf an einem sehr jungen Exemplar von Limax agrestis ebenfalls ohne Mühe das Gleiche sah, so verschaffte ich mir, dadurch aufmerksam gemacht, sehr junge Thiere von Helix hortensis, an denen ich die weiteren jetzt zu erörternden Studien anzustellen vermochte.

Die Form und Gliederung des Ober- und Unterhirns wurde bereits beschrieben. Indem wir gegenwärtig unser Augenmerk vor Allem auf die Seitencommissuren richten, sehen wir, dass dieselben bestehen:

1) aus den zwei wirklichen Commissuren, d. h. nervösen Brücken, welche Ober- und Unterhirn verbinden.[1])

2) Zeigt sich ein dem sympathischen System angehöriger Nerv [2]), der im Ober- und Unterhirn wurzelnd, sich mehrfach theilt und Ausläufer gegen den Schlundkopf sendet.

3) Wir erblicken den Gehörnerven [3]) oder den Ohrcanal.

4) Es schliesst sich noch ein Blutgefäss, Arterie, an.[4])

Alle diese Theile sind zusammengehalten durch lockeres oder zelliges Bindegewebe, welches an den nervösen Gebilden in das äussere Neurilemm, an dem Blutgefäss in die sogenannte Umhüllungshaut (Tunica adventitia) übergeht. An erwachsenen Thieren ist die Menge dieses Bindegewebes hinderlich beim Studium der uns

1) Fig. 3, B. 2) Fig. 3, B, d. 3) Fig. 3, B, c. 4) Fig. 3, B, e.

hier beschäftigenden Frage, während die jungen und ganz jungen Schnecken gerade wegen noch geringerer Masse dieses Gewebes sich empfehlen.

Auf die feinere Beschaffenheit der Commissuren, ferner des sympathischen Nerven, welcher von einem gewissen hellen, lichteren unpigmentirten Aussehen ist, sowie auf den Bau des Blutgefässes, dessen geflechtartig angeordnete Ringmusculatur unschwer gesehen wird, braucht nicht weiter eingegangen zu werden, wohl aber auf den Gehörnerven oder Ohrcanal.

Was den Lauf des Canals im Näheren anbelangt, so biegt er von der Ohrcapsel weg zuerst etwas schräg nach aussen, um die Wölbung des Ganglions, dem das Ohr angeheftet ist, herum; dann erst nach plötzlich scharfer Umbiegung nimmt er die Richtung nach oben gegen die Commissuren; hiebei hält er sich mehr gegen die vordere und gelangt so zum Oberhirn.

In seinem Durchmesser ist er nicht durchaus gleich, indem er bald nach seinem Ursprung aus der Blase, noch vor der Umknickung, sich erweitert und wie es mir öfters vorkam, nach dem Oberhirn zu sich wieder etwas verschmälert.

Wenn ich das Gebilde Ohrnerven nenne, so geschieht es aus dem Grunde, weil sein Verhältniss zum Ohr ein ähnliches wie jenes des Sehnerven zum Auge ist. Lässt man sich aber von der geweblichen Beschaffenheit für die Namengebung bestimmen, so müssen wir den Theil Ohrcanal heissen. Die Wand besteht wie die eines Nerven aus einer mehr homogenen Membran und diese ist von einer lockeren umhüllt, die etwas Pigment um die Kerne herum zeigt. Das Innere ist nicht mit fibrillärer Nervensubstanz erfüllt, sondern hat eine Lichtung, begrenzt von einem Epithel, dessen Zellen leicht zerstörbar sind und nicht wimpern.

Habe ich mich bisher immer auf Helix hortensis bezogen, so möchte ich jetzt noch auf einige andere Gattungen und Arten hinweisen. So z. B. auf Succinea amphibia, wo man leicht an dem frischen mit Schneckenblut befeuchteten Gehirn nicht blos die Ohrblase, sondern auch den abgehenden Canal verfolgen kann.[1]) Das Epithel desselben erscheint unter diesen Umständen, ebenso wie dasjenige der Ohrblase als eine homogene körnige (nicht flimmernde) Lage, welche die Lichtung begrenzt. Sehr deutlich war der Canal

---

1) Fig. 7.

auch bei Planorbis corneus, sowie das ihn auskleidende Epithel, welches ebenfalls ohne alle Spur von Wimperung ist. Das Epithel der Ohrblase selbst besitzt, hier entsprechend der blutrothen Farbe des ganzen Gehirns, in den Zellen ausser der allgemein vorhandenen graukörnigen Masse auch einzelne rothgelbe Körnchen. Der die Ohrblase verlassende Canal geht zuerst über die Wölbung des Ganglions und schmiegt sich dann hinter die Commissur. Endlich habe ich auch bei sehr jungen Thieren der Helix pomatia, bei erwachsenen Exemplaren von Helix obvoluta und Clausilia similis den Canal und sein flimmerloses Epithel gut wahrgenommen, so wie sein Aufsteigen zum Oberhirn.

5. Ergebnisse.

Die vorliegenden Mittheilungen können von Neuem bestätigen, dass jener vom Ohr der Cephalopoden sich weg erstreckende Gang nicht entfernt mit dem Ohrcanal der cephalophoren Mollusken verglichen werden kann. Bei den Cephalopoden besteht der Gang zugleich mit dem Hörnerven und während der letztere zum Gehirn führt, scheint der erstere nach aussen, vermuthungsweise zur Haut, zu gehen, obschon kein Beobachter dies wirklich wahrgenommen hat. Owsjannikow und Kowalewsky[1]) und jüngst Boll sagen, dass es ihnen nicht gelungen, den Verbleib des Canals, nachdem er den Ohrknorpel durchbohrt, und seine äussere Mündung aufzufinden.

Was hingegen den von der Ohrblase wegführenden Canal der Gasteropoden betrifft, so besteht er nicht zugleich und neben einem Hörnerven, sondern er vertritt diesen selber, indem er die Ohrblase mit dem Hirn in Verbindung setzt, wie ich das in meinem früheren Aufsatz dargethan. Und Lacaze-Duthiers hat zuerst erkannt, dass die Ohrblase, so gut wie das Auge, eigentlich dem Oberhirn angehört, obschon dies auf den ersten Blick Dem gar nicht einleuchten will, welcher deutlich und klar das Gehörorgan am Unterhirn wahrnimmt und ohne sich in weitere Studien einzulassen, auch keine Spur eines Ganges zum Oberhirn bemerkt.

Durch das im Obigen Dargelegte ist eine einheitliche Deutung

1) Ueber das Centralnervensystem und das Gehörorgan der Cephalopoden. Mém. de l'Acad. de St. Petersbourg, 1867.

der Hauptabschnitte des Gehirns der cephalophoren Mollusken möglich geworden. Das Oberhirn ist die sensitive Abtheilung; aus ihr kommen die Nerven für die Fühlhörner, für die Augen und Ohren. Bei den Heteropoden, den Aeolidiern und einigen anderen Abranchiaten hat man lange gewusst, dass der Hörnerv von der oberen Portion des Schlundringes entspringe; bezüglich der anderen Gruppen musste man sagen, dass das Ohr seinen Sitz ändernd dem unteren Ganglion (Unterhirn) angehöre. Das Störende, was in dieser früheren Annahme lag, indem ein Nervencentrum, welches sich sonst als Sitz des irritabeln Lebens auswies, auch ein Sinnesorgan in sein Gebiet einschliessen sollte, ist jetzt beseitigt.

Es erwächst aber auf Grund der gegebenen Auseinandersetzung die Aufgabe, auch die Muscheln und Cephalopoden von Neuem zu prüfen. Bei ersteren hat sich bisher die Ohrblase oder ihr Nerv als Theil des Fussganglions dargestellt und was den Gehörnerv der Cephalopoden betrifft, so lässt man ihn allgemein aus dem unteren Schlundganglion abgehen!

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Gehirn von Helix hortensis von der unteren Seite; gibt die Lage der Ohrblase an. Geringe Vergr.

Fig. 2. Gehörblase von Helix hortensis in natürlicher Lage von aussen. Starke Vergr.
- a Muskeln, welche über das Organ weggehen;
- b Zellen der Bindesubstanz.

Fig. 3. Eine Hälfte des Gehirns von Helix hortensis.
- A Oberhirn:
  - a Haut zur Befestigung nach vorn, mit Muskeln;
  - b Ballen feinkörniger Substanz.
- B Seitencommissur:
  - c Hörnerv;
  - d sympathische Nerven;
  - e Arterie.
- C Unterhirn. — Starke Vergr.

Fig. 4. Gehörblase mit dem Hörnerven von Helix pomatia, isolirt und etwas gedrückt. Starke Vergr.
- a die grossen Kerne des Epithels mit den spindelförmigen Kernkörperchen.

Fig. 5. Gehörblase von Helix obvoluta in natürlicher Lage, doch ein bischen gedrückt. Starke Vergr.

Fig. 6. Gehörblase von Helix rotundata in natürlicher Lage und ohne allen Druck. Starke Vergr.
- a das lockere Bindegewebe;
- b die in demselben über das Ohr wegziehenden Muskeln.

Fig. 7. Gehörblase in natürlicher Lage, doch etwas gedrückt von Succinea amphibia; man sieht deutlich den Ohrcanal oder Hörnerven. Starke Vergr.

Fig. 8. Ohr von Paludina vivipara, durch Auflegung des Deckglases nicht mehr ganz rund. Von den Hörsteinen ist nur ein Theil gezeichnet.
- a die verdickte Stelle im Epithel.

Fig. 9. Ohr von Paludina impura bei gleicher Vergrösserung.
- a Kalkkörper in der lockeren bindegewebigen Umhüllung.

Beiträge zur Mikroskopie.

Von

G. Valentin.

III. Das Ocularspectroskop des Mikroskopes.

John Browning[1]), der sich mit diesem Gegenstande auf Anregung von Sorby[2]) beschäftigte, und Sigmund Merz[3]) haben die von ihnen für das Mikroskop gelieferten Spectroskope durch Wort und Abbildungen erläutert.[4]) Die Vorrichtungen Beider stimmen in den wesentlichsten Puncten überein. Da das von den Objectivlinsen entworfene und durch das Collectiv verkleinerte und desshalb lichtstärker gemachte Luftbild in die Ebene der Ocularblendung fällt, so ist hier eine Spectralspalte angebracht, die man

1) Spectroscopes and Spectrum Apparatus made by John Browning. London. 8. p. 11—13. Vergl. auch H. Schellen: Die Spectralanalyse. Zweite Auflage. Braunschweig 1871. 8. S. 187 u. fgg.

2) Sorby beschreibt eine frühere unvollkommenere Vorrichtung und deren Anwendung auf die Untersuchung der Farbestoffe der Gewächse und die Veränderungen der Absorptionsbänder derselben durch die für sie passendsten Reagentien (Salzsäure, Citronensäure, Benzoësäure, Borsäure, doppelt kohlensaures Ammoniak, kohlensaures Natron, verdünntes kaustisches Ammoniak, kaustisches Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsaures Eisenoxydul, Alaun, Weingeistlösung von Jod, wässrige Lösung von Brom, unterchlorsaures Natron und mangansaures Kali) in den Proceedings of the Royal Society. London 1866. 1867. 8. Vol. XV p. 433—454, auch besonders abgedruckt in Phil. Magaz. Vol. XXXIV. London 1867. 8. p. 144—166.

3) Sigmund Merz in Carl's Repertorium der Physik. Bd. V. München 1869. 8. S. 528.

4) Ich übergehe hier die Apparate von Steinheil und Zeiss, da ich sie nicht aus eigener Erfahrung kenne.

mit Hülfe einer äusseren Schraube erweitern und anderseits bis zu völligem Schluss verengern kann. Das Spectrum wird durch eine über der Ocularlinse befindliche, zu gerader Durchsicht geeignete Amici'sche Prismenverbindung erzeugt, die aus drei Crown- und zwei eingeschalteten Flintglasprismen[1]) besteht und die man auf das Ocular setzt. Das durch das Mikroskop gegangene Licht führt auf diese Art zu einem ersten Spectrum, das wir das Mikroskopspectrum nennen wollen. Eine an der vorderen Seite des Ocularrohres angebrachte viereckige Oeffnung lässt Lichtstrahlen ein, die auf ein unterhalb der Spalte befindliches und die Hälfte desselben deckendes Reflexionsprisma[2]) fallen. Es liefert ein zweites neben dem ersten sichtbares Vergleichsspectrum, dessen Lichtstrahlen nicht durch das Objectiv des Mikroskopes gegangen sind.

Die Vorrichtung von Browning gestattet, den Ort der Ocularlinse zu ändern und so den Brennpunct genauer einzustellen, die seitliche Spalte, durch welche das für das Vergleichsspectrum bestimmte Licht einfällt, höher oder schmaler ihrer ganzen Breite nach zu machen, vor ihr mit Flüssigkeit gefüllte Röhren, deren Absorptionsbänder man mit denen des mikroskopischen Gegenstandes vergleichen will, anzubringen und mehr Licht durch einen Reflexionsspiegel einzuwerfen. Die Höhe des Hauptspectrums lässt sich beliebig ändern. Eine besonders beigegebene Vorrichtung macht es möglich, die Breite der Absorptionsbänder zu messen. Ein Mikrospectroskop, das mir Browning zur Ansicht zusandte, gab eine grosse Anzahl Fraunhofer'sche Linien, besonders in dem mittleren Theile des Spectrums sehr scharf und die Farben bei der nöthigen Kleinheit der Spalte sehr rein. Die einzelnen Prismen der Amici'schen Vorrichtung sind hier verhältnissmässig gross.

Dem Apparate von Merz, nach welchem die in dieser Arbeit enthaltenen Mittheilungen entworfen sind und dessen Amici'sches Prisma sich durch Eleganz und Handlichkeit auszeichnet, wird noch auf Wunsch ein einfaches, um eine wagerechte Achse drehbares Prisma beigegeben, das sich in einem mit einer Durchsichtslücke versehenen und auf das Ocular aufsetzbaren Messingkästchen

---

1) Siehe z. B. die Abbildung der Vertheilung dieser beiden Arten von Prismen bei A. Secchi. Le Soleil. Paris 1870. 8. p. 201. Fig. 86.

2) Dieses erst später hinzugekommene Prisma fehlt noch in der Merz'schen Abbildung a. a. O. Fig. 10.

befindet. Es dient zur Beobachtung mit abgeleiteter Strahlenrichtung. Ein verschiebbares Ringstück macht es möglich, die Eintrittsöffnung des Lichtes zu dem Reflexionsprisma zu verschmälern oder gänzlich zu schliessen und so das Vergleichsspectrum zu verdunkeln, oder gänzlich abzublenden. Merz gibt noch Didymglasplatten hinzu, auf deren Gebrauch wir sogleich zurückkommen werden.

Ich habe mir untere anschraubbare Ringe anfertigen lassen, um das Ocularspectroskop an den Mikroskopen von Hartnack, Nachet oder Schiek ausser denen von Merz gebrauchen zu können.

Obgleich natürlich die fünf Prismen der Amici'schen Vorrichtung viel Licht durch Absorption und Reflexion hinwegnehmen, so sind doch die beiden Spectren, selbst bei bedecktem Himmel und regnerischem Wetter so hell, dass man eine Reihe von Fraunhofer'schen Linien bei hinreichend enger Spalte sogleich erkennt, wenn man keine Objectivlinsen, die einen zu dünnen Strahlenbüschel durchlassen, angeschraubt und gar keine oder nur durchsichtige Gegenstände unter das Mikroskop gelegt hat. Beträgt z. B. die (mikroskopisch gemessene) Spaltöffnung 0,13 Millimeter und dient Hartnack Nro. 2 als Objectivlinse, so sehe ich in beiden Spectren, wenn auch besser in dem etwas helleren Vergleichs- als in dem Mikroskopspectrum, D, E, b, F. Jedes gibt noch 8 oder 9 Linien zwischen D und E. C und B sind zwar auch in dem Vergleichsspectrum nur schwach angezeigt, in dem anderen dagegen bloss, wenn man die Orte derselben genau kennt, bei sorgfältigem Suchen wahrzunehmen. Das Blau des Ersteren erstreckt sich etwas weiter, als das des Letzteren. Das Mikroskopspectrum wird dunkler, so wie man Hartnack Nr. 2 mit Nr. 5, 7 oder 9 dieses Künstlers vertauscht, und zwar um so mehr, je dünner das Strahlenbündel, welches die benutzte Objectivlinse durchlässt. Es kommt zuletzt dahin, dass die bedeutende Spaltweite, die man zur Erkennung des Spectrums überhaupt nöthig hat, alle oder wenigstens viele Fraunhofer'sche Linien unkenntiich macht. Man sieht allenfalls noch D, bis endlich auch diese Linie schwindet. Das einfache Prisma mit schief abgelenktem Strahle gibt dieselben Linien unter den gleichen Verhältnissen weniger scharf, verträgt aber eine schmalere Spaltöffnung.

Schaltet man die drei Didymgläser, welche Merz seiner Vorrichtung beifügt und von denen jedes eine Dicke von 6 Millimetern hat, ein, so bemerkt man zunächst zwei dunkle Didymbänder, von

denen das eine bei D und nach C hin und das andere von jenem durch einen gelblichen Zwischenraum getrennt im Anfange des Grün liegt. Im Grün erschienen 8 bis 9 Linien dunkler, als in dem Vergleichsspectrum, jedoch bedeutend blasser als die zwei Hauptstreifen. Die Abnahme der Lichtstärke, welche die schwach violetten Gläser erzeugen, bilden die Hauptursache derselben. Schon ein einziges Didymglas reicht hin, dieses Bild, wenn auch in minder deutlichen Schatten zum Vorschein zu bringen. Die schwächeren Linien im Grün erscheinen durch das einfache Prisma undeutlicher oder fallen gänzlich fort.[1])

Die Vorrichtung kann die Bedürfnisse des Mikroskopikers nur in den seltensten Fällen befriedigen. Hat man die Spectroskopspalte des Oculars weit genug geöffnet, um die Einzelnheiten eines mikroskopischen Gegenstandes genau zu erkennen, und setzt dann den einen der beiden erwähnten Prismenapparate auf, so sieht man bloss das Spectrum und keine Spur des Gegenstandes. Es ist in dieser Hinsicht gleichgültig, ob man später die Spalte wiederum so sehr verengerte, dass die Fraunhofer'schen Linien zum Vorschein kamen, oder dieses unterliess und sich dann eine Reihe heller Spectren unter gegenseitiger Verschiebung deckten. Erzeugt der betrachtete Körper Absorptionsbänder, so ereignet es sich nicht selten, dass diese an einem gewissen Orte ausserhalb der Focaleinstellung deutlicher erscheinen, als wenn man die Linsen so gerichtet hat, dass man den geprüften Gegenstand nach der Entfernung der Prismenvorrichtung scharf sieht. Man kann sich daher auch nicht des Ganzen bedienen, um mikroskopische Studien in einfarbigem Lichte zu machen.

Dieser Uebelstand bedingt es zugleich, dass das Bemühen, die Beschaffenheit der Farben des kleinen Gebildes spectroskopisch zu bestimmen, in der Regel fehlschlägt. Ich stelle z. B. den Brennpunct auf ein zusammengezogenes und sich drehendes Exemplar von Stentor polymorphus ein. Man sieht überall das Grün von einzelnen durchsichtigen Stellen unterbrochen. Habe ich das Amici'sche Prisma aufgesetzt, so verräth sich der Ort des Thieres durch einen schattigen bandförmigen, das gesammte Spectrum durchsetzenden

---

1) Eine Abbildung der drei Bänder, welche, im Gegensatz zu dem Bilde des Didymglases in dem Ocularspectroskope, eine wässrige Lösung von salpetersaurem Didymoxyd liefert, siehe bei Joh. Müller, Lehrb. der Physik und Meteorologie. 7. Auflage. Bd. I. Braunschweig 1868. 8. Tab. V. Fig. 2.

Streifen, der mit den Bewegungen des Stentor wechselt. Keine der Farben aber wird in irgend bevorzugter Weise verdunkelt. Man bemerkt daher auch kein Absorptionsband irgend einer Art. Vertausche ich dagegen das Prisma mit einem guten Erythroskopglase [1]), so erscheinen die gesättigten grünen Stellen für mein Auge deutlich roth bis rothblau. [2]) Man kann die gleiche Erfahrung an grünem Hydren oder den Flügeldecken und anderen Theilen der grünen Heuschrecken (Locusta viridissima) [3]) machen, stärkere Vergrösserungen zeigen übrigens in allen diesen Fällen, dass der Farbenwechsel nur an die grünen Körnchen oder an andere grün gefärbte Gebilde gebunden ist. Das zurückgeworfene Licht grüner Käferdecken, z. B. des Brillantkäfers, liefert oft die Erscheinung nicht.

Die oben erwähnten Bilder, welche die Didymplatten geben, lehren schon unmittelbar, dass das Ocularspectroskop Absorptionsbänder zum Vorschein bringt. Nehme ich nur ein Didymglas und gebrauche das Amici'sche oder das einfache Prisma, so lassen sich

---

1) Siehe: Der Gebrauch des Spectroskops zu physiologischen und ärztlichen Zwecken. Leipzig und Heidelberg 1863. 8. S. 50 und fgg., wo auch Beobachtungen über verschiedene thierische Theile angegeben sind.

2) Die Erscheinung lässt sich an diesen und an anderen passenden thierischen Theilen mit freiem Auge noch besser wahrnehmen. Halte ich ein Objectglas, auf dem sich eine Anzahl lebender Exemplare von Stentor polymorphus unter einem dünnen Deckgläschen befinden, gegen den mit Wolken bedeckten Himmel, so dass ich eine Reihe dunkler grünlicher Puncte sehe, so werden sie alle für mein Auge purpuroth, so wie ich sie durch ein gutes und hinreichend dickes erythroskopisches Glas betrachte. Das Hinzufügen eines gelben Glases macht mir die Färbung unkenntlich. Ein lebendes oder ein eingetrocknetes Exemplar von Hydra viridis wird ebenfalls vollkommen purpurroth durch den blossen Gebrauch eines geeigneten blauen Glases, und grün, wenn man ein gelbes (Flohglas) hinzufügt. Die grünen Theile der Heuschrecken liefern die gleiche Doppelerfahrung für mein Auge, das sich eben so zu dem Blattgrün verhält. Lässt man eine Reihe von Menschen die Prüfungen vornehmen, so findet man, dass die Antworten sehr verschieden lauten und manche das Roth nur schwach oder gar nicht wahrnehmen. Auch der Einfluss, den die Hinzufügung des gelben Glases ausübt, wechselt in hohem Grade.

3) Betrachtet man ein Stück des Flügels unter schwacher Vergrösserung, so erscheint das Netzwerk desselben grün. Nur dieses, nicht aber die zwischen den Maschen befindlichen Zwischenräume werden für mein Auge unter dem Erythroskopglase roth, ich mag ein Flohglas hinzugefügt haben oder nicht.

die beiden im Gelb und dem Anfangsgrün befindlichen Didymstreifen gut erkennen, ich mag Hartnack Nr. 2, 5, 7 oder 9 benutzen, nur dass natürlich das Spectrum mit der Vergrösserungsstärke dunkeler wird. Eine wirkliche Spaltweite von $^1/_3$ Millimeter führt selbst bei bedecktem Himmel Tageslicht genug hinzu, die Didymstreifen einer einzigen Platte bei dem Gebrauche der Eintauchungslinse Nr. 10 von Hartnack oder der von Amici, ohne alle Anwendung von Flüssigkeiten und ohne genaue Einstellung des Brennpunctes auf das Deutlichste erkennen zu lassen.

Die Ausdehnung dieser Wirkungsart wird natürlich um so mehr eingeschränkt, je weniger durchsichtig der mikroskopische Gegenstand ist. Nehmen wir zuerst einen Körper als Beispiel, dessen geringerer Durchsichtigkeitsgrad vorzugsweise nur von seiner Dicke und derjenigen der ihn einschliessenden Glashülle abhängt.

Eine beiderseits zugeschmolzene Röhre von 14 Mm. äusserem und ungefähr 13 Mm. innerem Durchmesser enthält auf ihrem Boden eine geringe Menge salpetriger Salpetersäure, so dass der übrige Innenraum von gelben Dämpfen angefüllt wird. Ich verengere die Spalte so weit, dass man nicht bloss B, C, D, E, b, F, G und bei genauer Betrachtung H, sondern z. B. noch 7 Linien zwischen D und E bei trübem Wetter mit Leichtigkeit erkennt. Schiebe ich jetzt die erwähnte mit den Dämpfen der salpetrigen Säure gefüllte Röhre ein, so zeigen sich auf den ersten Blick 2 sehr dunkele Absorptionsbänder zwischen C und D, 11 zwischen D und E, 1 bis 2 zwischen E und b und 5 zwischen b und F, wenn ich Hartnack Nr. 2 gebrauche und die Wärme der Luft, also nahezu auch die der salpetrigen Säure 18° C. beträgt. Die Erwärmung über der Lampe, welche eine grössere Dampfdichte erzeugt, macht die Linien dunkeler. Das Bild wird schon um Vieles lichtschwächer, die weniger schwarzen oder zu nahe bei einander stehenden Streifen erscheinen undeutlicher, wenn ich Nr. 2 mit Nr. 5 vertausche und selbst etwas die Spalte erweitere. Nr. 7 liefert allenfalls noch befriedigende Anschauungen, besonders wenn man jedes äussere Licht vom Auge abhält. Da aber Nr. 9 eine so grosse Spaltenbreite fordert, dass selbst die gröberen Fraunhofer'schen Linien nur noch undeutlich erscheinen, so sieht man auch die dunkelsten Absorptionsbänder der salpetrigen Säure unter den oben angegebenen Nebenverhältnissen zwischen C und D oder b und F nicht mehr. 3 bis 4 mattschattige Streifen dagegen bleiben zwischen D und E kenntlich.

Eingetrocknetes Blut möge als Beispiel eines Körpers dienen, der eine merklich störende Undurchsichtigkeit schon in dünnen Schichten erzeugt. Nehme ich eine eingetrocknete Lage von Menschenblut, in welcher die Blutkörperchen meistentheils in einfacher Schicht vorhanden sind, und gebrauche Hartnack Nr. 2, so wird das auch noch bei regnerischem Wetter helle Spectrum hier wie bei allen anderen mikroskopischen Gegenständen, wo die dunkeleren Körperchen von helleren Zwischenstellen unterbrochen sind, streifig. Das erste Blutband zeigt sich spurweise als ein so schwacher Schatten, dass man ihn eben nur wahrnimmt, wenn man mit dem Gegenstande überhaupt vertraut ist. Eine etwas dickere Schicht eingetrockneten Delphinblutes gibt beide Blutbänder, aber immer noch schwächer schattig, als wenn man die gleiche Stelle desselben Präparates vor der Spalte meines Schwefelkohlenstoff-Spectroskops hält. Das Ergebniss bleibt noch in beiden Fällen das gleiche, wenn ich Nr. 2 mit Nr. 5, Nr. 7 oder Nr. 9 vertausche. Das Letztere lieferte sogar noch eine Spur des zweiten Blutbandes bei einfacher Blutkörperchenschicht des Menschen. Man thut bei den stärkeren Vergrösserungen am Besten, die Objectivlinse dem Gegenstande so nahe als möglich zu bringen. Ist auch die Dicke des bedeckenden Glases grösser als die Brennweite des Linsensystems, so erlangt man doch oft die befriedigendsten Bilder, wenn das Objectiv das Deckglas unmittelbar berührt.

Die Anwendung von hellem diffusem Tageslicht während des Sonnenscheins führt natürlich etwas weiter. Gaslicht gewährte mir keine wesentlichen Vortheile bei diesen Untersuchungen. Die Blutbänder waren sogar dann bei heller Beleuchtung unter denselben Nebenbedingungen unkenntlich, unter welchen sie sich noch unzweifelhaft, obgleich schwach bei dem Wolkenlichte eines Regentages wahrnehmen liessen.

Die Thatsache, dass sich die Absorptionsstreifen an einem Schwefelkohlenstoff-Spectroskope schärfer darstellen und bis zu ihren letzten Spuren weiter verfolgen lassen, als durch das Ocularspectroskop, man mag Objectivlinsen angefügt haben oder nicht, bestätigte sich für frische Blutverdünnungen, für diese oder alte, die mit Schwefelammonium behandelt worden, für ätherische und noch besser für weingeistige Lösungen des Blattgrüns, endlich für Fuchsin- oder Magdalalösungen, wenn ich je eine dieser Flüssigkeiten in ein Cylindergläschen von 7 bis 8 Millimeter Durchmesser gefüllt hatte.

Es gelang mir nie, die Chlorophyllbänder in frischen Blatt- oder Stengeldurchschnitten, die dem freien Auge sehr grün erschienen, wahrzunehmen. Dünne getrocknete Blätter z. B. von Boehmeria utilis, Chloranthus inconspicuus, Agapanthus umbellatus führten ebenfalls nur zu negativen Ergebnissen. Man sieht übrigens auch an solchen Blättern oder Blattschnitten am Schwefelkohlenstoff-Spectroskop weit weniger als an der Weingeistabkochung des Blattgrün.

Das Spectroskop-Ocular kann die auffallendsten Linien vieler glühenden Dämpfe zur Anschauung bringen. Die Hauptversuche gelingen schon an jeder Gaslampe, deren Licht man zur Beleuchtung wählt. Will man eine höhere Wärme benutzen, so stellt man einen Bunsen'schen Brenner zuerst so auf, dass keine atmosphärische Luft zuströmt, die Flamme also möglichst hell wird, und benutzt sie zur Beleuchtung des mikroskopischen Gesichtsfeldes. Lässt man hierauf Atmosphäre zu, indem man den hierfür bestimmten Messingring dreht, so wird das Spectrum unsichtbar oder nur spurweise kenntlich. Bringt man dann den Platindraht, der den zu prüfenden Körper führt, in die heisse und wenig erhellende Flamme, so leuchtet die fast nie fehlende Natriumlinie besonders mit denjenigen Linien auf, die dem rothen Theile des Spectrums angehören. Salpetersaures Strontian und der Lithium enthaltende Struve'sche Rückstand liefern z. B. prachtvolle Bilder. Während aber die 5 bis 6 Strontianlinien in Roth und Rothorange vollständig aufblitzen, ist es mir nie gelungen, die blaue zwischen F und G fallende Strontianlinie bei der Hitze eines gewöhnlichen Bunsen'schen Brenners wahrzunehmen.

Die Vorrichtung bildet ein bequemes Mittel, manche physikalische Erscheinungen, von denen sich Einzelne auch auf die Mikroskopie anwenden lassen, mehr oder minder vollkommen zur Anschauung zu bringen.

Die Talbot'schen Linien lassen sich nur schwach darstellen. Ich schraube zu diesem Zwecke Hartnack Nr. 5 (weniger gut Nr. 2 oder Nr. 7) als Objectiv an und gebrauche das Amici'sche Prisma. Schiebe ich nun z. B. langsam vor das Auge eine rechts drehende senkrecht auf die optische Achse geschliffene Quarzplatte, die so dünn ist, dass sie das Kreuz auch innerhalb des ersten Ringes in dem dunklen Gesichtsfelde zeigt, so treten mattschwarze Interferenzbänder vorzugsweise im Grün auf. Das Verfahren, die Platte bis zur Halbirungslinie der Objectivlinse einzuschalten, liefert

noch blassere Bänder. Die Erscheinung tritt nicht so nachdrücklich in beiden Fällen hervor, dass ein weiterer Gebrauch von ihr zu machen wäre. Dasselbe gilt von den Talbot'schen Linien, die man durch ein keilförmiges Glimmerblatt, einen Gyps- oder Quarzkeil, eine concav geschliffene Quarz- oder Gypsplatte erzeugt.

Die Ergebnisse fallen bei Weitem besser aus, wenn man sich des dunklen Gesichtsfeldes des polarisirten Lichtes bedient. Ich bringe zu diesem Zwecke das polarisirende Nicol ohne oder mit der passend eingestellten Verdichtungslinse[1]) in dem Mikroskoptische und das analysirende in der untern Einschiebungsröhre des Ocularspectroskopes an. Das Gesichtsfeld erscheint bei rechtwinkelig gekreuzten Polarisationsebenen dunkler, wenn die Verdichtungslinse nicht eingefügt worden. Die Einschaltung des Zerlegers in die Spectroskopröhre macht es möglich, dass man ihn durch die Drehung des Ocularspectroskopes in jedem beliebigen Azimuth einstellen kann. Die verschiedensten doppeltbrechenden Platten von passender Schnittrichtung, Dicke und Einstellungsweise liefern dann eine Reihe schwarzer Bänder im Mikroskopspectrum, deren Lagenbeziehungen zu den Fraunhofer'schen Linien das Vergleichsspectrum unmittelbar anzeigt.[2]) Die Erscheinung ist eben so glänzend, als wenn man den Versuch mit einem Schwefelkohlenstoffprisma im dunklen Zimmer oder am Spectroskope anstellt. Man kann in günstigen Fällen die dunklen Bänder von B bis G deutlich wahrnehmen.

Eine Reihe von Platten, welche zahlreiche Interferenzbänder in ausgezeichnetem Grade lieferten, möge im Einzelnen besprochen werden. Da die Dicke ein wesentliches Bedingungsglied bildet, so habe ich sie, wo mich nicht die Fassung des Präparates hinderte,

---

1) Gebraucht man sie, so rückt man sie mit dem Nicol hinab, bis ihre Brennebene in die eingeschaltete doppelt brechende Platte fällt.

2) Sorby schaltete schon auf diese Weise eine der Hauptachse des Krystalls parallel geschnittene Quarzplatte von 0,043 engl. Zoll (10,8 Millimeter) Dicke ein, die zwölf Bänder in dem sichtbaren Theile des Spectrums gab, um diese als Anhaltspuncte für die Orte der durch verschiedene Flüssigkeiten erzeugten Absorptionsbänder zu benutzen. Siehe die Abbildungen in den Proceedings of the Royal Society a. a. O. p. 436. Nimmt man zu diesem Zwecke eines der S. 225 erwähnten mit den Dämpfen der salpetrigen Säure gefüllten Röhren, so erspart man die Einschaltung von Nicols. Die Bänder erscheinen in dem Vergleichsspectrum sehr deutlich, wenn man die Röhre vor der viereckigen Oeffnung hält, die das Licht dem Reflexionsprisma zuführt.

mit einem Sphaerometer gemessen, das, so viel ich weiss, neuer Construction ist und von Hermann und Pfister in Bern angefertigt worden. Einige Worte über dessen Einrichtung mögen den Bestimmungen vorangehen.

Das Instrument enthält zwei einander gegenüberstehende Stahlkeile, deren freie Kante 4 Mm. Länge hat. Sie lassen sich bis zu der gegenseitigen Berührung ihrer Kanten zusammenschrauben. Der Körper, dessen Dicke man bestimmen will, kommt zwischen sie. Der eine Keil kann auch nach Bedarf mit einem Stahlcylinder mit feiner Spitze vertauscht werden. Hebt man die Fassung des anderen Keiles ab, so kommt ein zweiter Spitzencylinder zum Vorschein. Man kann also auch den Gegenstand nach Bedarf zwischen zwei Spitzen einklemmen.

Die Drehung einer in 500 Grade getheilten Trommel hebt oder senkt den unteren Keil um einen halben Millimeter. Eine seitlich angebrachte Millimeterscale von 110 halben Millimetern, deren Ausdehnung etwas mehr als der gesammten möglichen Drehungsgrösse entspricht, zeigt die Anzahl der gemachten Umdrehungen an. Man kann daher, theoretisch genommen, $^{1}/_{1000}$ Millimeter unmittelbar messen und $^{1}/_{500}$ Mm. schätzen. Die Beobachtungsfehler, welche wiederholte Messungen derselben Dicke geben, pflegen sich jedoch auf die dritte Decimale zu erstrecken. Ist der Körper auf die oben erwähnte Weise eingeklemmt, so hebt oder senkt die Bewegung der Trommel den oberen Keil, dessen oberes Ende eine feine Spitze bildet. Auf ihr ruht beweglich eine mit zwei seitlichen Gradeintheilungen versehene Libelle. Hat man die ganze Vorrichtung, die sich auf drei Stellschrauben befindet, wagerecht gestellt, so schraubt man den unteren Keil, dessen Kante die des oberen berührt, so weit hinauf oder hinunter, dass die beiden Enden der Luftblase der Libelle zu den zwei Scalen symmetrisch stehen und jeder der beiden Grenzränder derselben dem zweiten Theilstriche einer jeden Scale entspricht. Man liest dann die Stellung des oberen Randes der Trommelscale ab, nachdem man sich vorher schon überzeugt hat, dass er genau einem halben Millimeterstriche der Seitenscale entspricht, wenn der Nullpunct der Trommeltheilung dieser letzteren gegenübersteht. Schraubt man jetzt den unteren Keil zurück, so senkt sich zuerst der obere und mit ihm die Libelle. Eine Lücke bildet sich später zwischen den beiden Schneiden. Von da an ruht der obere Keil und die Libelle wird durch eine Unterlage in schiefer

Stellung festgehalten. Man schraubt hierauf den unteren Keil so weit hinab, dass man Raum genug hat, die zu messende Platte zwischen beide Keilkanten zu bringen. Wird sie von ihnen festgehalten, so verbessert man hierauf durch Nachschrauben so lange, bis wiederum die Luftblase der Libelle den zweiten Theilstrich einer jeden der Seitenscalen mit ihren äussersten Rändern berührt. Der Unterschied der gegenwärtigen Trommelstellung von der früheren lässt die gesuchte Plattendicke berechnen. Arbeitet man mit der nöthigen Aufmerksamkeit, so kann man den Mittelwerth derselben durch wiederholte Messungen bis nahezu $^1/_{1000}$ oder $^1/_{500}$ Millimeter bestimmen, da die bewegliche Luftblase der Libelle eine genaue Trommeleinstellung möglich macht.

Die meisten von den in der folgenden Tabelle verzeichneten Werthe sind auf die eben geschilderte Weise erhalten worden. Will man sich aber mit Bestimmungen, die nur bis $^1/_{10}$ Mm. hinabgehen, begnügen, so reicht die kleine Vorrichtung, die Zeis für die Ermittelung der Dicke der Deckgläschen anfertigt, hin. Ein durch eine Feder gesperrter Hebel drückt einen $^1/_{10}$ Mm. anzeigenden Noniusstab gegen die convexe Oberfläche eines Stiftes. Wird jene von diesem durch die Hinabführung des freien Hebelendes entfernt, so geht der sich bewegende Nonius an einem fixen Millimeterstab hinauf. Man kann so die Dicke der eingeklemmten Platte bis auf $^1/_{10}$ Mm. finden.

Die Untersuchung der doppelt brechenden Platten mit dem Amici'schen Prisma ergab z. B.

Doppelt brechende Masse.	Platte		Zahl der dunkeln Bänder[1]) zwischen			Nebenbemerkungen.
	Schnittrichtung.	Dicke in Millimetern.	A u. D.	D u. F.	F u. G.	
Kalkspath.	Zwei gleichartig zusammengelegte Platten, jede $22^1/_2{}^0$ zur optischen Achse.	Jede Platte weniger als 2,3, wahrscheinlich 2,0.	6	11	5 oder 6 nicht ganz deutlich.	Polarisationsfigur, zwei Systeme von Ring und Kreuz an den äusersten Enden des Gesichtsfeldes durch einen wagerechten Büschel verbunden.

1) Eine unpassende Focaleinstellung oder der Mangel aller Objectivlinsen kann hier die Täuschung erzeugen, als lägen nicht die schwarzen Bänder und die zwischen ihnen befindlichen Spectraltheile in einer und derselben Ebene. Es hat dann den Anschein, als sei das Spectrum gezackt, indem z. B. jeder zwischen zwei dunkeln Bändern befindliche gefärbte Abschnitt von der weniger brechbaren nach der stärker brechbaren Seite abfällt.

Doppelt brechende Masse.	Platte: Schnittrichtung.	Platte: Dicke in Millimetern.	Zahl der dunkeln Bänder zwischen A u. D.	D u. F.	F u. G.	Nebenbemerkungen.
Quarz.	$22^1/_2{}^0$ zur optischen Achse.	8,052	2	3	1. und 2. an der Grenze.	Polarisationsfigur, 2 Ringsysteme ohne Kreuz in dem innersten Ringe an den beiden Enden des Gesichtsfeldes. In der Mitte Parellellinien (langgezogeneHyperbeln) senkrecht auf der Verbindungslinie der Mittelpunkte d. Ringe.
Glimmer.	Verbindung zweier Combinationen v. Reusch[1]), zur Erzeugung d. den Quarzringen ähnlichen Polarisationsfiguren, angefertigt von Steeg.	Erste Combination. 16 Stücke zu $\lambda/_4$ und 8 zu $\lambda/_8$, λ ungefähr der Wellenlänge des Gelb entsprechend. Zweite Combination. Wirkung einer rechtsdrehenden Platte.	A bis etwas über B dunkeler.	1	0 bis vielleicht ein Schattenstreifen.	Die seitlichen unter 45° geneigten, sich gleichgerichtet deckenden zweiachsigen Theile. Also Polarisationsfigur, Hyperbeln und Lemniscaten. Die Platten haben daher zufällig d. nöthige Dicke.
Gyps.	Senkrecht auf die Mittellinie.	3,240	2	2	1 bei F und 1 bei G.	Hyperbeln und Lemniscaten als Polarisationsfigur bei 45° der Polarlinie.
	Desgl.	Zwei solcher Platten, also nahezu 6,48	B bis D 3.	6 (das 6. an d. Grenze.)	Ungefähr 3.	
	Desgl.	Drei solcher Platten, mithin ungefähr 9,72.	5	8	Mehr als 2, zu dunkel.	
	Desgl.	Vier solcher Platten, daher annähernd 12.96.	7	11	Mindestens 4, sonst zu dunkel.	
	Dieselbe einfache Platte, parallel der Mittellinie.	3,304	B bis D 6.	15	Zwischen F und F1|2G 4 bis 5, d. übrige zu dunkel.	
	Desgl.	Zwei solcher Platten also 6,61.	B bis D mehr als 6.	15 bis 16	Dunkel.	

1) Reusch in den Monatsberichten der Berliner Academie. 1869. S. 530—538. Man kann auch diese Platten zur Herstellung eines farbigen Gesichtsfeldes des Mikroskopes nach einem später zu schildernden Verfahren benutzen. Doch sind die Färbungen weit weniger gesättigt und

Doppelt brechende Masse.	Platte. Schnittrichtung.	Dicke in Millimetern.	Zahl der dunkeln Bänder zwischen A u. D.	D u. F.	F u. G.	Nebenbemerkungen.
Gyps.	Senkrecht auf die Mittellinie.	3,428.	2	3	1	
	Desgl.	1,028	1	3	1 bis 2	
Zucker.	Senkrecht auf die Mittellinie.	In Glas gefasst und daher nicht bestimmbar. Bedeutend weniger als 3 Mm.	3	2	Zu dunkel.	Hyperbeln und Lemniscaten ähnliche Curven.

Die Spectrumabtheilungen A bis B erscheinen immer und die von B bis D bisweilen, nach der Einschaltung doppelt brechender Platten, selbst bei dem Gebrauche hellen diffusen Tageslichtes so dunkel, dass man sie dann nicht zu genaueren Bestimmungen der Anzahl der Interferenzbänder gebrauchen kann. Dasselbe wiederholt sich häufig zwischen F und G uud in allen Fällen jenseit G. Man kann dagegen den Theil, der von D bis F reicht, jedesmal benutzen. Alle in der Tabelle verzeichneten Erfahrungen wurden mit Hartnack Nr. 2 gewonnen. Der Einzelvergleich lehrt, dass die Zahl der Bänder nicht immer mit der von der Theorie[1]) geforderten übereinstimmt. Diese erklärt dagegen die sich in allen Fällen bewährende Norm, dass die Interferenzbänder am dunkelsten erscheinen, wenn der Hauptschnitt der einachsigen, die Polarlinie einer senkrecht auf die Mittellinie geschnittenen oder die Mittellinie der ihr parallel begrenzten zweiachsigen Platte unter 45° zu jeder der rechtwinkelig gekreuzten Polarisationsebenen des Polarisators und des Zerlegers gestellt ist.

Gyps- oder Quarzkeile von passender Dicke können die von der Theorie geforderte Thatsache, dass die Zahl der dunkeln Bänder mit der Dicke der doppelt brechenden Platte zunimmt, zur Anschauung bringen. Ich nehme z. B. zwei Gypskeile, die gleichartig zusammengelegt, die beiden Systeme von Hyperbelpaaren, wie sie

minder lichtstark, als bei einer fehlerfreien durchsichtigen Quarzplatte von 8 Mm. Dicke. Dasselbe gilt von der aus einer Gyps- und $2^1/_4$ Glimmerblättchen bestehenden Nachahmung der Bravais'schen Doppelplatte.

1) Die der Talbot'schen Linien bei dem Gebrauche des gewöhnlichen und der Interferenzstreifen bei dem des polarisirten Lichtes, siehe bei Ditscheiner in den Sitzungsberichten der Wiener Academie. Bd. 57. 1868. S. 709—734.

den der optischen Achse parallelen Platten eigen sind, in prachtvollen Farben und eine mittlere blaue Rhombenfigur unter dem Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskope zeigen. Schiebe ich nun einen solchen unter 45° orientirten Keil in dem dunklen Gesichtsfelde des mit dem Spectroscopocular versehenen Polarisationsmikroskopes vor, so besteht die erste Wirkung darin, dass das bis jetzt unsichtbar gewesene Mikroskopspectrum von B bis beinahe zu G kenntlich wird. Stösst man den Keil langsam weiter vorwärts, so dass allmählig immer dickere Theile in das Gesichtsfeld kommen, so wandert zuerst ein dunkeles Band von F bis über B hinaus. Eine noch grössere Dicke gibt z. B. ein Band zwischen C und D und eines bei E. Man hat später eines zwischen C und D, eines zwischen D und E und eines zwischen b und F. Ein noch dickerer Theil liefert eines bei C, zwei zwischen D und E und eines bei F. Die grösste Dicke des Keiles erzeugt endlich einen dunkeln Streifen bei C, drei zwischen D und F und einen nicht weit von G.

Parallel der Achse geschnittene Quarzkeile von passender Dicke liefern nicht minder gute Bilder. Ich nehme z. B. einen der zwei, die zu einem Babinet'schen Compensator gehören. Der dünnste Endtheil desselben gibt z. B. ein dunkles Band bei D, eines zwischen D und F und eines zwischen F und G, der dickste hingegen eines zwischen C und D, drei zwischen D und F und eines (bis zwei) zwischen F und G. Lege ich die beiden Quarzkeile gleichartig zusammen, so liefert das dünnere Endstück zwei Bänder zwischen B und D, drei zwischen D und F und zwei zwischen F und G, das dickere hingegen drei zwischen A und D, vier zwischen D und F und drei zwischen F und G.

Concav ausgeschliffene Gyps- oder Quarzplatten können ähnliche Unterschiede bei hinreichender Dicke vorführen.

Das Ocular-Spectroskop ist empfindlich genug, den breiten dunklen Streifen, den ein Gypsblättchen von Purpur dritter Ordnung (Aequivalentwerth 1495, Dicke 0,678 Mm.) in der zweiten Hälfte des Grün und dem Anfange des Blau zeigt, nachzuweisen. Lege ich dagegen ein Gypsblättchen von Purpur zweiter Ordnung (Werth 575, Dicke 0,607 Mm.) unter, so erscheint die Gegend von etwas vor E bis über F hinaus nur schwach beschattet. Roth zweiter Ordnung (Werth 1101, Dicke 0,645 Mm.) verdunkelt schon diesen Bezirk in hohem Grade. Grünblau dritter Ordnung (1258, Dicke 0,711 Mm.) liefert ein breites tiefschwarzes Band bei D.

Der Mikroskopiker kann einzelne der erläuterten Erscheinungen ebenfalls verwerthen.

Schaltet man einen doppelt brechenden Körper in das dunkle Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskopes so ein, dass die optische Achse der ein- oder die Achsenebene der zweiachsigen Masse weder in der Polarisationsebene des Polarisators, noch in der des Zerlegers dahingeht, so erscheint er hell und zwar mit der grössten Lichtstärke, wenn die Achse oder die Achsenebene unter 45° gegen jede der beiden Polarisationsebenen geneigt ist. Hat man die Prismenvorrichtung aufgesetzt, so fehlt natürlich das Mikroskopspectrum, so wie die Schwingungsebenen der beiden Nicol einen rechten Winkel unter einander bilden. Es wird sichtbar, wenn man einen doppelt brechenden Körper einschaltet. Eine nicht sehr dicke Schicht von Muskel- oder Nervenfasern, deren Längsachsen man unter 45° orientirt, genügt zu diesem Zwecke, obgleich dann natürlich das Mikroskopspectrum mit sehr geringer Lichtstärke auftritt. Längsschliffe von Pferdehufen, Pferdezähnen, der dichten Masse des Oberschenkelknochens des Menschen stellen ein weit helleres Spectrum her. Schalte ich den getrockneten und in Canadabalsam aufbewahrten Schneidermuskel eines mittelgrossen Frosches, die Längsachsen der Fasern unter 45° gerichtet, ein, so wird das Mikroskopspectrum selbst bei sehr trübem Regenwetter so hell, dass man die Linien D, E, b und F sogleich erkennt und noch ungefähr fünf Linien zwischen D und E unterscheidet. Etwas Aehnliches lieferte ein Gänsekiel, eine Platte von Fischbein, eine solche von Ochsenhorn, eine von Schildpatt, eine von Perlmutt, die Fingernägel eines zwanzigjährigen Mädchens und die schwach zweiachsigen Krystalllinsen der Katze, des Ochsen und des Schafes. Alle diese Präparate waren in Canadabalsam aufbewahrt.

Die schwache Doppelbrechung der organischen Gewebe bildet die Hauptursache, wesshalb die mikroskopischen Präparate desselben keine dunklen Interferenzbänder im Spectrum liefern. Platten von der hierzu nöthigen Dicke würden in der Regel zu undurchsichtig sein, um zur mikroskopischen Untersuchung dienen zu können. Denn selbst zwei schwach zweiachsige gekühlte Glascylinder von 13 und von 10 Millimeter Höhe, die jeder Kreuz und Farbenringe geben, lieferten zusammengeschichtet noch kein Band in dem stark aufgehellten Mikroskopspectrum. Dasselbe negative Ergebniss zeigte sich für ein gekühltes Parallelipipedon von 9 Mm. Dicke, das ein Kreuz

mit geschwungen Armen und Pfauenaugen in den Ecken zeigte, und ein dreikantiges Prisma von 14 Millimeter Höhe, dessen Polarisationsfigur in Pfauenaugen in den Ecken mit schwarzen gebogenen Zwischenlinien bestand. Ein Parellelipipedon dagegen von 10 Millimeter Höhe mit einem grossen länglichrunden Pfauenauge in der Mitte und vier kleineren in den Ecken und schwarzen Zwischenlinien, erzeugte mit seiner Längsachse unter 45° orientirt ein schwarzes Interferenzband von D bis etwas über D$^1/_2$E. Es wanderte durch das Grün nach dem Blau hin, wenn man jene Längsachse von 45° nach 90° fortbewegte.

Ist die Doppelbrechung der Masse stark genug, so reicht ein dünnes mikroskopisches Präparat schon hin, eine grössere Zahl von schwarzen Bändern herzustellen. Ich besitze z. B. ein solches von Carrarischem Marmor, das 5 zwischen A und D, 8 zwischen D und F und 3 zwischen F und F$^1/_2$ G liefert und eines des Sonnensteins (Avanturin-Feldspath), das eines zwischen C und D und 2 bis 3 zwischen D und E gibt.

Um die dunklen Interferenzbänder bequemer verwerthen zu können, liess ich den Drehtisch, den ich Hartnack verdanke und den ich schon an einem andern Orte[1]) erwähnt habe, unten an der einen Seite mit einem und an der gegenüberliegenden mit 2 Bügeln versehen. In jedem von diesen läuft eine durch eine Schraube gegen den Objecttisch festzustellende viereckige Platte. Der Tisch selbst hat eine Azimuthaldrehung an einem in 360° getheilten Kreise und eine senkrechte eines Präparatenhalters von 220°. Dieser Tisch lässt sich an dem fixen Objecttisch durch die Bügel, deren Klötze und Schrauben so befestigen, dass eine untere Kammer erzeugt wird, deren Höhe jede beliebige Grösse zwischen Null und 2$^1/_2$ Centimeter besitzen kann. Ich lege in sie die oben erwähnte Gypsplatte von 1,028 Mm. Dicke, die theoretisch genommen dem Roth zehnter Ordnung entspricht, jedoch ihrer beträchtlichen Dicke wegen farblos zwischen den beiden rechtwinkelig gekreuzten Nicols erscheint. Ihre Achsenebene wird unter ± 45° orientirt. Sie gibt breite und tiefschwarze Interferenzbänder, eines zwischen B und C, eines über D, eines vor E, eines über F und eines bei G. Das mikroskopische Gewebpräparat kommt auf den Drehtisch und wird durch diesen

1) Die physikalische Untersuchung der Gewebe. Leipzig und Heidelberg 1867. 8. S. 316.

einer Azimuthalbewegung unterworfen. Platten, die wenige und tiefschwarze Bänder geben, eignen sich im Allgemeinen am Besten für diese Art von Untersuchungen.

Ich lege z. B. den S. 234 erwähnten in Canadabalsam eingeschlossenen Schneidermuskel des Frosches auf. Stehen die Längsachsen der Muskelfasern einer der beiden Polarisationsebenen der Nicols parallel, so erscheinen die Interferenzbänder des Mikroskopspectrums schwarz wie früher, wenn man von der durch den mikroskopischen Gegenstand bewirkten Trübung absieht. Dreht man hierauf um ungefähr 45° nach rechts oder links, so werden die Bänder am blassesten und verwischtesten. Dickere Muskelstellen führen nicht selten zu Abweichungen, weil dann nicht mehr alle Fasern genau parallel laufen. Es versteht sich von selbst, dass dünnere Präparate schwächere Erfolge geben. Sie können bei sehr dünnen noch dann unkenntlich bleiben, wenn man selbst das Präparat schief von oben nach unten neigt, um den Weg der durchtretenden Lichtstrahlen zu verlängern. In Canadabalsam aufbewahrte Federkiele der Gans und des Steinadlers, Platten von Fischbein, die Nägel eines 20jährigen Mädchens lieferten noch kräftigere Wirkungen als der oben erwähnte Schneidermuskel. Es kam hier vor, dass sich die Interferenzstellen nur noch durch kaum merkliche Schatten bei der Orientation der Längsrichtung unter ± 45° verriethen, dagegen wiederum tiefschwarz bei 0° und 90° erschienen. Man hat auf diese Weise ein neues Mittel, die von Brewster sogenannten neutralen Richtungen in einzelnen organischen Gewebpräparaten zu bestimmen. Es lässt sich jedoch in vielen Fällen nicht mehr gebrauchen, wo noch die Farbenänderungen der Glimmer- und vorzugsweise der Gypsblättchen Aufschluss geben.

Manche Physiker benutzten die zwei breiten in derselben Hauptrichtung fortlaufenden dunklen Bänder bei D oder in Gelb, welche ein Biot'sches Doppelquarz erzeugt, um die Drehung der Polarisationsebene durch feste oder flüssige Körper zu bestimmen [1]). Die Einschaltung einer einseitig kreispolarisirenden Masse verschiebt dasjenige Band, welches von dem Quarze von gleicher Drehungsrichtung herrührt, nach dem rothen und das andere nach dem vio-

1) Die Anwendung des Verfahrens auf die Untersuchung der durch elektrische Ströme bewirkten Drehung der Polarisationsebene, siehe bei R. Lüdtge, Ueber den Einfluss mechanischer Veränderungen auf die Drehungsfähigkeit einiger Substanzen. Berlin 1869. 8. S. 13—33. Fig. II—VI.

letten Spectralende. Eine Doppelplatte von 3,75 Mm. führt nicht zum Ziele. Eine solche von 7,5 Mm. dagegen dient eben so gut an dem Ocularspectroskop, als an den gewöhnlichen Spectroskopen oder dem in dem dunklen Zimmer erzeugten Spectrum. Gebrauche ich Hartnack Nr. 2 als Objectiv und habe ich die Vereinigungsebene der beiden senkrecht auf die optische Achse geschliffenen Quarzplatten mitten im Gesichtsfelde eingestellt, so sieht man in der Mitte des Mikroskopspectrums eine Kante, von der die beiden Spectrumhälften dachartig abfallen. Jede enthält den erwähnten dunklen Streifen. Er gibt zwar die Drehung eines eingeschalteten Körpers, z. B. einer Combination von zwei Gallertplatten[1]) in erkennbarer Weise an. Allein die Bänder erscheinen dunkler und die Bestimmung der Circulationspolarisation ist leichter möglich, wenn man eine Polarisationsvorrichtung vor meinem Schwefelkohlenstoffspectroskop auf die bald zu schildernde Weise anbringt. Liefert das Präparat ein Kreuz unter dem Nörrenberg'schen Polarisationsmikroskope, so zeigt das gelbe Mittelfeld, welches die Drehung der analysirenden Nicols hervorruft, die Richtung der Drehung noch einfacher an[2]).

Man kann auch die Spectren des Ocularspectroskopes durch die Betrachtung mit einem achromatisirten Kalkspathprisma oder einer ähnlichen Vorrichtung für das Studium der Ergänzungs- und der Mischfarben eben so benutzen, wie ich dieses an einem anderen Orte für das gewöhnliche Spectroskop erläutert habe[3]). Die hier betrachtete Vorrichtung gewährt sogar den Vortheil, dass man das eine Doppelbild des Mikroskopspectrums und das benachbarte des Vergleichsspectrums zu gegenseitiger Deckung zu bringen im Stande ist. Das einfache Prisma eignet sich vorzugsweise zu diesem Zwecke. Dreht man das aufgesetzte Amici'sche Prisma um seine Längsachse, ohne dass ein fremder Körper zwischen diesem und dem Auge eingeschaltet worden, so kann man das Blau und das Gelb der zwei Spectren so zusammen führen, dass ein lebhaftes Weiss zum Vorschein kommt.

---

1) Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XV. S. 200—205.

2) Die Untersuchung der Pflanzen und der Thiergewebe in polarisirtem Lichte. Leipzig 1861. 8. S. 150, und Henle und Pfeuffer's Zeitschrift a. a. O. S. 201.

3) Der Gebrauch des Spectroskopes zu physiologischen und ärztlichen Zwecken. S. 110—114.

Ich liess mir noch einen eigenthümlichen Halter, den ich vor meinem Schwefelkohlenstoffspectroskop anbringen kann, verfertigen, um die hier zu erzielenden Bilder mit denen des Ocularspectroskopes zu vergleichen. Man kann an jenem ein grosses polarisirendes und ein etwas kleineres analysirendes Nicol in beliebiger Entfernung aufstellen. Besondere Klemmvorrichtungen machen es möglich, eine oder zwei doppeltbrechende Platten oder den oben erwähnten Azimuthaltisch des Mikroskopes oder hohle Halbcylinder zur Aufnahme von Röhren, die mit circularpolarisirenden Flüssigkeiten gefüllt sind, einzuschalten. Ein Planspiegel kann noch, wenn es nöthig wird, Licht in das polarisirende Nicol werfen.

Untersuchte ich die sämmtlichen Platten, die in der S. 230 gegebenen Tabelle verzeichnet sind, mit dem Spectroskope bei rechtwinkelig gekreuzten Polarisationsebenen der Nicol, so zeigte sich, dass im Allgemeinen die Bilder, die ich hier erhielt, von denen des Ocularspectroskopes wenig abwichen. Die zwischen B und D befindlichen Streifen liessen sich häufig in dem ersteren Falle besser und die im Blau auftretenden schlechter erkennen, als in dem letzteren. Ich würde daher im Ganzen dem Ocularspectroskop für die leichte Darstellung dieser Erscheinungen den Vorzug geben. Der Gebrauch eines Doppelquarzes von 7 Millimeter Dicke dagegen lieferte das Umgekehrte. Das zweifache dunkle Band erschien am Schwefelkohlenstoffspectroskope bei rechtwinkelig gekreuzten Polarisationsebenen deutlicher und die durch die Einschaltung einer einseitig drehenden Masse erzeugte Verrückung je eines desselben nach entgegengesetzten Richtungen gab sich leichter zu erkennen, als an dem Ocularspectroskop, man mochte Objectivlinsen angeschraubt haben oder nicht.

Bemerkungen über einige die Anatomie der Labdrüsen betreffende Punkte.

Von

R. Heidenhain

in Breslau.

In einer ausführlichen Abhandlung über die Anatomie der Labdrüsen (Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Heft II. S. 143) hat Rollet seine Erfahrungen bezüglich dieses Gegenstandes niedergelegt, welche zwar der Hauptsache nach mit meinen Angaben (dieses Archiv Bd. 6 S. 368) übereinstimmen, aber andrerseits doch gewisse Verschiedenheiten der beiderseitigen Ergebnisse hervorheben. Handelte es sich bei diesen Differenzen nur um die verschiedene Auslegung gleicher histologischer Befunde, so könnte ich die Entscheidung der controversen Punkte der Zukunft überlassen. Da es sich aber um abweichende Angaben Rollet's handelt, welche sich auf von mir beschriebene und von dem hiesigen Universitätszeichner Hrn. Assmann nach meinen Präparaten abgebildete thathsächliche Verhältnisse beziehen, halte ich es für nöthig, von vorneherein meine Ansicht über Rollet's Ausstellungen an meiner Arbeit zu äussern, um zu verhindern, dass den Aussagen seiner später erschienenen Abhandlung ein grösseres Gewicht beigelegt werde, als denen meines gegen ein Jahr früher publicirten Aufsatzes. Die Differenzen zwischen Rollet und mir beruhen fast ausnahmslos darauf, dass es jenem Forscher misslungen ist, gewisse von mir beschriebene und abgebildete Dinge wiederzufinden. Ich könnte mich seinen Negationen gegenüber einfach auf die Erklärung beschränken, dass ich früher Gesagtes aufrecht er-

halte. Allein da ich befürchten muss, dass etwaige weitere Nachfolger auf diesem Gebiete in ähnlicher Weise, wie jener vorsichtige Histologe straucheln, seien mir einige möglichst kurze Bemerkungen gestattet.

1. Rollet bestreitet (S. 167 u. 168), dass die Belegzellen (Labzellen früherer Autoren, delomorphe Zellen R's.) sich vereinzelt noch unter den Cylinderepithelien der Drüsenausgänge finden; meine Zeichnung (dies. Archiv VI, Tab. XX, Fig. 2 bei a) gebe das Bild dicker Schrägschnitte.

Es ist mir schwer erklärlich, wie Rollet bei Feststellung dieses Punktes hat scheitern können. Ich habe Präparate, welche meiner Figur entsprechen, so ausserordentlich oft unter den Augen gehabt, dass ich irgend welchen und namentlich den von R. vermutheten Irrthum auf das Entschiedenste bestreiten darf. Die einfachsten Methoden (z. B. Erhärtung in doppelt chromsaurem Kali und, wenn nöthig, Aufhellung der Schnitte in Glycerin) genügen vollständig zur Feststellung des Sachverhältnisses. Nur zu starke Tinction der Präparate kann vielleicht zu einem Uebersehen der Belegzellen, welche unter den immer lebhaft gefärbten Enden der Cylinderzellen liegen, Veranlassung geben, weil dann die ganze Grenzgegend zwischen Epithel und Bindegewebe eine sehr gleichmässig intensive Färbung zeigt.

Vielleicht scheint dieser strittige Punkt gleichgültig. Allein ich meine, dass das Vorkommen der »Labzellen« an jener Stelle mindestens nicht für die Annahme spricht, dass die fraglichen Zellen bei jedem Verdauungsacte massenhaft aus den Drüsen ausgestossen werden.

2. Rollet bestreitet, dass die Hauptzellen (adelomorphe Zellen R's.) sich durch den Drüsenhals (äusseres Schaltstück R's.) bis an das »innere Schaltstück« fortsetzen. Die vor dem letzteren liegende Drüsenstrecke enthalte nur Belegzellen (vergl. 1 Fig. 4). Ich muss vorausschicken, dass das, was R. als »inneres Schaltstück« abbildet, von mir dem Drüsenausgange zugerechnet worden ist, weil die Zellenformation jener Gegend nicht mehr den specifischen Drüsenzellen angehört, sondern continuirlich in die Cylinderepithelien der Magengruben übergeht. Diese werden, wie auch R. gesehen, schon nach dem Grunde der Gruben hin niedriger, körnig, bekommen einen ovalen oder runden Kern und setzen sich in dieser Gestalt mehr oder weniger weit in den Drüsenschlauch fort. Wenn

R. das Letztere bestreitet, so hat er seine Aufmerksamkeit wahrscheinlich nicht in ausreichendem Maasse den Drüsen der verschiedenen Gegenden des fundus ventriculi zugewandt, denn hier findet man nicht selten ein sehr tiefes Eindringen der in Rede stehenden Zellen in die Schläuche, bis zur Hälfte der ganzen Schlauchlänge. Rollet's Fig. 4 stammt, ich müsste mich sehr irren, von der Gegend des Magengrundes her, wo am häufigsten zwei Schläuche in eine Magengrube münden und das fragliche Epithel schon ziemlich weit in die sehr engen Schlauchanfänge hineingeht. Die Enge bedingt die fast cubische Gestalt der Zellen, die keine constante ist, sondern in weiteren Schläuchen alle Uebergänge zur cylindrischen Form zeigt. Wo nun diese Zellenformation aufhört, beginnt Rollet's äusseres Schaltstück (Fig. 4. c. d.), das nur Belegzellen enthalten soll. Ich habe schon auf S. 373 meiner Abhandlung darauf aufmerksam gemacht, dass die Untersuchung dieser Gegend grössere Schwierigkeiten darbietet, als die irgend eines anderen Theiles der Drüsen; Rollet hat dieselben nicht überwunden. Sie liegen ganz besonders in der Verkleinerung der zelligen Elemente, namentlich der Hauptzellen, gegenüber den Ausmässen derselben im Drüsenkörper. Mit Geduld lässt sich sowohl an Längs-, als an Querschnitten das wahre Verhältniss ermitteln und zeigen, dass auch hier ausser den Belegzellen Hauptzellen vorkommen. Ich verweise auf meine Figur 4 (Querschnitt der strittigen Gegend), die bei derselben Vergrösserung gezeichnet ist, wie Fig. 5 (Querschnitt des Drüsengrundes). Die Rollet'sche Doppeltinction ist bei hinreichender Dünne der Schnitte gewiss zu entbehren; ich habe sie aber zu meinem Bedauern auch nicht anwenden können, da das in Alkohol lösliche Anilinblau, welches ich hier in Breslau erhalten habe, bei einigen Probeversuchen die specifische Färbung der Hauptzellen nicht gab.

3. Was die Veränderungen der Labdrüsen durch die Verdauung betrifft, so hat Rollet, wie ich, in den späteren Verdauungsstadien eine Verkleinerung, starke körnige Trübung und stärkere Färbbarkeit der Hauptzellen beobachtet; die in den früheren Verdauungsstunden auftretende Schwellung und leichte körnige Trübung der Hauptzellen ist ihm entgangen. Er warnt davor, ein Aufschwellen der Schläuche in Beziehung zu einem bestimmten Functionszustande zu setzen. Ich habe ja aber selbst bereits in meiner Abhandlung hervorgehoben und durch Fig. 11 u. 12 verdeutlicht, dass

auch im Hungerzustande der Durchmesser der Drüsen variabel ist. Eine so hochgradige Anschwellung jedoch, wie sie meine Fig. 13 zeigt, begleitet von immerhin deutlich merklicher Trübung der Hauptzellen habe ich nach 3—5tägigem Hungern nie gesehen. Es folgt für mich daraus, dass es einen Rollet unbekannt gebliebenen Verdauungszustand gibt. Zu discutiren bleibe nur noch, ob dieser oder der andere, auch Rollet bekannt gewordene Verdauungzustand der Drüsen entsprechend Fig. 13 und 15 regellos in jedem Verdauungsstadio vorkomme oder sich an bestimmte Perioden knüpfe. Meine Erfahrungen hierüber habe ich in meiner Abhandlung niedergelegt. Nachuntersucher muss ich wiederholt darauf aufmerksam machen, dass die Zustände in Fig. 13 und 15 meines Aufsatzes nur die extremsten Formen einer continuirlichen Reihe darstellen und dass es nicht nöthig ist, dass bei jeder Verdauung sich diese Extreme herausbilden. Ich weiss aber, dass wenn ich einen Hund durch längeres Hungern auf guten Appetit vorbereitet habe und ihn dann beliebig viel fressen lasse, ich um die 4te bis 6te Stunde mit hoher Wahrscheinlichkeit die Drüsen in der durch meine Fig. 13 repräsentirten oder doch in einer sehr ähnlichen Verfassung finde, und dass sie nach 12—14 Stunden, wenn der Magen sich zum grössten Theil entleert hat, ähnlich Fig. 15 sein werden. — Wenn übrigens Rollet behauptet, es befänden sich stets alle Drüsen derselben Schleimhaut in demselben Zustande, so habe auch ich niemals gesehen, dass etwa die Typen meiner Fig. 11 und 12 einerseits, Fig. 15 andererseits nebeneinander vorkämen, aber oft gesehen, dass Schwellung und Trübung der Hauptzellen in den Drüsen des gleichen Magens dem Grade nach veränderlich sind, — grade wie benachbarte Acini derselben Speicheldrüse verschiedene Ausprägung ihres Functionszustandes zeigen können. —

4. Rollet bestreitet die Richtigkeit meiner Angabe, dass in dem mittleren Theile der Labdrüsen des Schweines die Belegzellen in besondere Aussackungen der Schlauchmembran untergebracht sind; die runden Lücken in meiner Fig. 20 seien Gefässlumina. Er würde auf den letzteren Gedanken sicher nicht gekommen sein, wenn er Präparate, welche meiner Fig. 20 entsprechen, vor sich gehabt oder auch nur meine Abbildung aufmerksam angesehen hätte. Denn an mehreren Stellen derselben sind Belegzellen von den Wandungen ihrer Nischen so retrahirt, dass über das wirkliche Verhalten kein Zweifel sein kann, — wie er auch Niemandem geblieben ist, dem ich

meine Präparate gezeigt habe. Dass Rollet solche Bilder, wie sie meiner Angabe zu Grunde liegen, nicht erhalten hat, kann nur daran liegen, dass er die richtige Region der Drüsen bei Anfertigung der Querschnitte verfehlt oder dass er ausgepinselte Präparate zu untersuchen unterlassen hat. Was er beim Schweine gesehen und beschrieben, entspricht nur dem oberen und dem unteren, nicht aber dem mittleren Schlauchtheile. —

5. Endlich habe ich noch meine Fig. 19 zu vertheidigen. Sie zeigt das untere, von Belegzellen freie Ende einer Labdrüse mit theils hellen, theils granulirten Hauptzellen. Rollet kennt die letzteren beiden Zellenarten, weist ihnen aber verschiedene Schläuche an. Es ist vollkommen richtig, dass ein und derselbe Schlauch oft auf lange Strecken nur die eine oder die andere Zellenart enthält, es ist aber ebenso unzweifelhaft, dass hier und da auch in demselben Schlauche dicht nebeneinander beide Formen vorkommen. —

Zum Schlusse noch eine Bemerkung für Nachuntersuchende. Ich habe für die Labdrüsen mit Vorliebe die Färbung mit in Wasser löslichem Anilinblau angewandt und empfohlen, weil sie in der That prächtige und sehr characteristische Bilder liefert. Nachdem aber die Präparate in Glycerin 2—2½ Jahre aufbewahrt sind, hat die Schönheit derselben vielfach durch Diffusion des Farbstoffes gelitten. Für längere Conservirung wird also das Carmin, nach den von mir gegebenen Regeln benutzt, vorzuziehen sein.

Neue Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Retina des Menschen.

Von

Max Schultze.

Hierzu Taf. XX.

Wird ganz frische menschliche Netzhaut in einer Lösung von Ueberosmiumsäure, welche 2% oder etwas mehr der trockenen Säure enthält, durch 12—24 Stunden erhärtet, so finden sich die Zapfen und Stäbchen derselben in einer Weise conservirt, wie ich es in diesem Archiv Bd. V. p. 392 beschrieben habe. Die Aussen- und Innenglieder behalten ihre Form, Durchsichtigkeit und Art der Lichtbrechung wie im Leben, die Zerklüftung der ersteren in Plättchen wird ganz oder fast ganz verhindert, die Innenglieder aber, zumal die der Zapfen, zeigen eine besonders bei schiefem Lichte erkennbare dichte Längsstreifung der Oberfläche, welche sich auch auf die Aussenglieder in Form einer zarten streifigen Hülle fortzusetzen scheint (Ebenda Taf. XXII).

Bei Anwendung schwächerer Concentrationen der Ueberosmiumsäure quellen die Aussenglieder, besonders schnell die der Zapfen, zerfallen in Plättchen oder gehen ganz zu Grunde; die Innenglieder aber gerinnen meist körnig, eine Aenderung ihrer Textur, welche auch spontan sehr bald nach dem Tode und bei Anfertigung ganz frischer Präparate in humor aqueus, Glaskörperflüssigkeit, Serum leider sehr schnell eintritt, und die genauere Untersuchung der frischen Zapfen ausserordentlich erschwert. Die Vortheile, welche andererseits die schwächeren Lösungen der Ueberosmiumsäure von $^1/_4$—1% darbieten, sind nicht gering zu achten[1]). Da die Netzhaut

1) Vergl. dieses Archiv Bd. II, p. 270.

in ihnen weniger brüchig wird, so lassen sich mit ihrer Hülfe die faserigen Bestandtheile derselben besser isoliren, und das gilt sowohl von den nervösen als von den Fasern der Bindesubstanz. Aus diesem Grunde kehrte ich, als sich mir neuerdings durch die Güte meines Collegen Saemisch die Gelegenheit bot, frisch exstirpirte menschliche Augen mit stellenweis gesunder Netzhaut zu erlangen, zur Behandlung der letzteren mit schwächeren Lösungen dieser Säure zurück. Dabei suchte ich die Veränderungen zu verfolgen, welche die Structur der Zapfen eingeht, bevor die körnige Gerinnung eintritt und erhielt Bilder wieder, welche sich mir früher einmal dargeboten hatten und auf eine faserige Structur des Inneren des Zapfenkörpers deuten [1]. Wenn auch ein grosser Theil der Zapfen einer in $^1/_4$—$^1/_2$% Osmiumsäure enthaltenden Flüssigkeit conservirten Retina durch Gerinnung zur weiteren Untersuchung unbrauchbar geworden ist, so findet man neben diesen auf grössere Strecken andere Zapfen, deren Aussenglieder zwar verändert, deren Innenglieder aber vollkommen durchsichtig, ohne körnige Gerinnung geblieben sind. Die Form derselben ist die gleiche wie im Leben oder durch geringe Quellung etwas bauchiger geworden. An diesen Zapfen fällt wieder die scharfgezeichnete feine Längsstreifung auf, welche ich in meinem letzten Aufsatze beschrieben habe. Aber der geringere Glanz, welchen die Zapfen in den schwächeren Lösungen im Vergleich zu den in starken conservirten zeigen, lässt besser eine Durchforschung auch des Zapfen-Inneren zu. Man erkennt jetzt deutlich, dass es nicht nur eine Streifung der Oberfläche, sondern eine das ganze Innere des betreffenden Zapfentheiles einnehmende Faserung ist, welche die Streifung erzeugt. Die Fasern liegen wesentlich parallel namentlich in der oberflächlichen Schicht, in der Tiefe kreuzen sie sich jedoch vielfach unter sehr spitzem Winkel (Fig. 1—9). Sie sind zwar von äusserster Feinheit aber glänzend und scharf gezeichnet, also in ihrer Lichtbrechung von der Zwischensubstanz wesentlich verschieden. Sie lassen sich durch Druck isoliren (Fig. 8), was auf eine gewisse Steifheit derselben deutet, doch zeigen sie sich auch hie und da verkrümmt oder verbogen (Fig. 6). Etwas unterhalb der Mitte des Zapfenkörpers, immer oberhalb der limitans externa, welche sie nicht erreichen, hören sie scharf abgesetzt auf. Hier lassen sie sich am besten einzeln erkennen, da sie hier am weitesten von einander abstehen, während sie nach der

1) Ebenda Taf. X, Fig. 8.

Spitze des Innengliedes hin convergiren. Aber auch hier hören sie mit scharfer Grenze dicht zusammengebogen auf. Ist das Aussenglied abgefallen oder durch Quellung zu Grunde gegangen (Fig. 5—9), so ragen keine Fäserchen aus dem Faserkegel hervor, wie zu erwarten wäre, wenn eine Verbindung des Aussengliedes mit dem Innengliede durch die Elemente dieses Kegels existirt hätte. Dagegen sieht man die Spitzen der Zapfen nicht selten von einem kürzeren oder längeren Stücke einer zarten Röhre oder Scheide überragt, welche von der Oberfläche des Faserkegels, vielleicht von einer ihn umschliessenden Haut ausgeht (Fig. 1, 6). Die Linien, welche diese zarte Hülle begrenzen, schliessen manchmal dicht über der Spitze des Innengliedes zusammen (Fig. 10), oder setzen sich in einen kurzen Trichter fort (Fig. 13). An einen solchen Fortsatz (Fig. 14) sah ich einmal das gequollene und in Plättchen zerklüftete Aussenglied sich anschliessen, ein Bild welches nicht anders als durch eine ungewöhnliche Art von Quellung erklärt werden kann.

Ist dagegen das Aussenglied ganz oder zum Theil erhalten geblieben (Fig. 2, 3, 15), so sieht man bei nicht zu starker Erhärtung neben der Basis des Aussengliedes hie und da Linien, welche auch auf die erwähnte Hülle bezogen werden können. Immer aber scheinen die inneren Fasern des Faserkegels an der Grenze von Innen- und Aussenglied scharf abgeschnitten aufzuhören.

Der Faserkegel stellt daher, soweit er das Innere des Zapfen einnimmt, einen besonderen, nach vorn und hinten scharf begrenzten Apparat dar, welchen ich den Fadenapparat nennen will.

Die hier besprochene Bildung ist am leichtesten bei den grossen Zapfen der mittleren, äquatorialen und der peripherischen Gegenden der Netzhaut zu beobachten. Sie findet sich aber in ganz gleicher Weise auch in den schlankeren Zapfen des gelben Fleckes (Fig. 16), und kann bis in die stäbchenartig dünnen Zapfen der fovea centralis verfolgt werden (Fig. 17, 18, 19). Auch hier nimmt die ausserordentlich dichte Faserung nur die äussere Hälfte oder die äusseren zwei Drittel des Innengliedes hin, und setzt sich nicht bis auf die Ebene der limitans externa fort. In der Zapfenfaser aber ist immer nur die ganz unbestimmte Streifung vorhanden, welche allen dickeren Axencylindern zukommt und auf eine Zusammensetzung aus Primitivfibrillen hindeutet.

Der Fadenapparat ist also ein Attribut der Zapfen der verschiedensten Theile der menschlichen Netzhaut. Er fehlt aber auch

den Stäbchen nicht. Ist die Erhärtung der Innenglieder ohne körnige Gerinnung gelungen, und doch ein erster Grad von Quellung eingetreten, wie sich das bei menschlichen Netzhäuten zeigt, welche in $^1/_2$—$1^0/_0$ Osmiumsäure enthaltenden Lösungen kurze Zeit aufbewahrt wurden, so sieht man im Innern der oft ein wenig angeschwollenen äusseren Enden der Innenglieder (Fig. 20, a) feine Fasern, welche, viel weniger zahlreich als in den nicht viel dickeren Zapfen der fovea, das Innere auf eine kurze Strecke erfüllen. Dieser Fadenapparat nimmt etwa nur ein Drittel der Länge des Innengliedes ein, und unterscheidet sich hierin von dem der Zapfen.

Es entsteht nunmehr die Frage, wie verhält sich der Fadenapparat der Zapfen und Stäbchen zu den äusseren Fasern, welche mit der limitans externa in Verbindung isolirt werden können und ablösbare Faserkörbe um die Basen der Innenglieder darstellen? Ich habe in meiner letzten Mittheilung über diese Gebilde die Herkunft dieser Faserkörbe unentschieden lassen müssen [1]). Vergleichend anatomische Betrachtungen, ausgehend von der Structur der Retina der Cephalopoden machten es mir am wahrscheinlichsten, dass die äusseren Fasern Nervenfasern seien. Aber dass sie aus der Verästelung der in der äusseren Körnerschicht verlaufenden Stäbchen- und Zapfenfasern hervorgehen, welche mit guten Gründen für peripherische Optikusfasern gehalten werden, liess sich mit Sicherheit nicht beobachten, vielmehr wollte es so scheinen, als wenn sie aus einem die Stäbchen- und Zapfenkörner und Fasern umgebenden Fasergewebe der äusseren Körnerschicht abzuleiten seien. An den in dünneren Lösungen der Ueberosmiumsäure aufbewahrten frischen menschlichen Netzhäuten ist mir die Isolirung der fraglichen Fasern innerhalb der äusseren Körnerschicht mit voller Sicherheit gelungen. Die von der Basis der Stäbchen und Zapfen ablösbaren Faserkörbe stellen directe Fortsetzungen eines Gewebes dar, welches innerhalb der äusseren Körnerschicht zwischen den Stäbchen- und Zapfenkörnern und ihren Fasern liegt und zu der Bindesubstanz der Netzhaut gehört. Eine Mittheilung von diesen Fortschritten habe ich in der Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde am 21. Nov. 1870 gemacht, worüber eine kurze Notiz in die Berliner medicinische Wochenschrift 1871 No. 9 übergegangen ist.

---

1) Dieses Archiv Bd. V, p. 399.

Die Vermuthung, dass die von mir sogenannten Faserkörbe der Zapfen und Stäbchen aus Nervenfasern beständen, hat in Landolt[1]), und Merkel[2]) Gegner gefunden, mit denen ich nunmehr in der Hauptfrage, ob die Hülle der Zapfen und Stäbchen zunächst an der limitans externa eine nervöse oder eine aus Bindesubstanz gebildete sei, vollkommen übereinstimme. Im Einzelnen werden sich bezüglich dieser Hülle verschiedene Ansichten geltend machen können, da Reagenzien und Vergrösserungen gegenüber den hier in Betracht kommenden Fragen noch nicht ausreichen. So meint Merkel (l. c. p. 650) die Fasern des Korbes für Falten einer ursprünglich homogenen Membran erklären zu müssen (vom Huhn Abbildung l. c. Taf. XIII Fig. 8). Dem widerspricht meines Erachtens das häufig zu beobachtende Factum, dass von der Basis eines Zapfens abgehobene Fasern nach aussen divergirend auseinander laufen, wie ich es z. B. dieses A. Bd. V. Taf. XXII, Fig. 18 abgebildet habe. Die Fasern sind auch unendlich viel feiner und dichter als Merkel seiner Abbildung zu Folge annimmt. Ich habe in den Figg. 21 und 22 bei 1000 mal. Vergrösserung und schiefem Lichte entworfene Zeichnungen der Bindesubstanz der äusseren Körnerschicht und der Faserkörbe vom Huhn und vom Menschen hier angefügt, welche eine annähernde Vorstellung von dem Verhalten geben, wie man es an Retinapräparaten wahrnehmen kann, die nach kurzer Erhärtung in $^1/_2$% Osmiumsäure zur Isolirung des Stützgewebes zerzupft oder in einem Reagenzglase mit Wasser tüchtig ausgeschüttelt wurden. Wegen der ausserordentlichen Zartheit des Gewebes ist es kaum möglich, die perspectivischen Verhältnisse in der Zeichnung anzugeben. Zu diesem Behufe wäre eine noch viel stärkere Vergrösserung nothwendig. Hier sieht man auch die feinfaserigen Kapseln, welche die äusseren Körner einschlossen, und welche ich in der Lage dieses A. B. V, Taf. XXII, Fig. 4 andeutungsweise gezeichnet habe. Sie sind es, welche sich ganz entsprechend den Angaben von Landolt und Merkel nach Bildung der limitans externa über diese hinaus um die Basen der Zapfen und Stäbchen fortsetzen, nur dass Alles viel zarter und feiner streifig und faserig structurirt ist, als jene Forscher angeben. An der macula lutea, wo die äussere Körnerschicht durch Verlängerung der Zapfenfasern die bekannte durch

1) Dieses Archiv Bd. VII, p. 81.

2) Reichert und du Bois-Reymond Archiv 1870, p. 642.

schiefe Richtung der Fasern ausgezeichnete Verdickung erfährt. hat uns neuerdings Merkel die die Zapfenfasern begleitende Bindesubstanz genauer kennen gelehrt. Er beschreibt sie als zarte, membranöse, hyaline Scheiden, welche sich leicht falten und zerreissen lassen und die Zapfenfasern umschliessen. Merkel hat gewiss vollkommen Recht, wenn er auf der bis dahin ungenügenden Kenntniss der Art der Verbindung der beiden in der fraglichen Schicht der Netzhaut innig vereinigten Gewebsformen, Nervenfasern und Bindesubstanz, die Schwankungen in der Deutung schiebt, welche die Fasern der fraglichen Schicht der Netzhaut erfahren haben. Mir will es aber nach meinen Präparaten, wie ich sie durch Zerzupfen in Ueberosmiumsäure mässig erhärteter menschlicher foveae centrales erhalten habe, und deren eins in Fig. 18 abgebildet ist, scheinen, dass die membranösen hyalinen Scheiden Merkel's sich in feinste Fibrillen zerlegen lassen, und dass hier die fibrilläre Zusammensetzung der Bindesubstanzhüllen der Elemente der äusseren Körnerschicht noch exquisiter zu demonstriren sei als an den mehr peripherischen Theilen der Netzhaut. Ich sehe, wie Fig. 18 zwischen d d zeigt, eine grosse Zahl feinster Fibrillen neben den Zapfenfasern. Beide Faserarten haben in gleicher Weise die Neigung sich wellenförmig zu biegen, wie die Figur zeigt, sei es in Folge der Contraction, welche die erhärtende Flüssigkeit ausübt, sei es durch die Elasticität, welche beim Abreissen der Fasern zur Wirkung kommt. Durch die graue Färbung, welche die Zapfenfasern in der Ueberosmiumsäure annehmen, lassen sie sich leicht zwischen dem Gewirr der feinen Bindesubstanzfibrillen herausfinden. Letztere aber sind in solcher Zahl vorhanden, von so gleichmässiger Feinheit und auch in den wellenförmigen Biegungen streckenweis so deutlich isolirbar, dass sie nicht für Falten einer hyalinen Membran gehalten werden können. Auch wo sie sich an die limitans externa ansetzen sind sie mit hinreichend starken Vergrösserungen einzeln zu erkennen. Hier verschmelzen sie untereinander durch seitliche Verbindung, durch kleine Verdickungen, welche als Pünktchen um die Basen der Zapfen erkennbar sind. Aehnlich schildert Merkel das Verhalten, nur dass ihm in der Seitenansicht des drehrunden Zapfen das, was ich als aus der Häufung vieler einzelner Punkte entstanden beschrieb, als eine einzige knotenartige Verdickung erscheint (Macula lutea Taf. I, Fig. 2). Ich muss meine frühere Schilderung dieser Punkte der limitans externa aufrechterhalten, mit dem Unterschiede in der Deutung, dass

ich sie früher für Löcher in der Substanz der Membran jetzt für Knötchen in denjenigen Bindesubstanzfasern halte, welche aus der äusseren Körnerschicht hervortretend die Faserkörbe um die Zapfen und Stäbchen bilden.

Das weitere Verhalten der Faserkörbe auf der Oberfläche der Zapfen zu verfolgen wird vor der Hand unmöglich durch die Entdeckung des Fadenapparates im Zapfen selbst. Von der Stelle an, wo die Faserkörbe alle in wesentlich gleicher Länge ihrer sie zusammensetzenden Fasern als isolirbare Gebilde aufhören, besteht, wie vor allen Dingen deutlich in den Zapfen des Menschen zu beobachten ist, eine bis zur Oberfläche reichende faserige Structur des Zapfen-Innern. Bei der enormen Feinheit der constituirenden Elemente lässt sich vor der Hand eine etwaige faserige Hülle von der Zapfensubstanz selbst nicht unterscheiden. Die Möglichkeit ist also nicht ausgeschlossen, dass die Fasern der Faserkörbe nicht nur über das ganze Innenglied verlaufen, sondern sich auch noch auf das Aussenglied fortsetzen, und so die hier unzweifelhaft vorhandene streifige oder faserige Hülle darstellen (s. Archiv Bd. V, Taf. XXIV, Fig. 7, 9, 17 u. a.). Ich habe dieselbe für wahrscheinlich nervös erklärt, weil so die Frage nach der Nervenendigung in der Netzhaut eine vergleichend anatomisch und physiologisch befriedigende Lösung zu finden schien. Wie sich das später definitiv gestalten wird, ist vorläufig noch nicht abzusehen. Sind die Aussenglieder mehr als ein Reflexionsapparat, stehen sie mit den die Innenglieder unzweifelhaft constituirenden Nervenfasern in Verbindung, was aus mancherlei Gründen für das Wahrscheinlichste gehalten werden muss, so können bei dem von mir nachgewiesenen Mangel innerer Canäle die Nervenfasern nur auf der Oberfläche liegen, falls nicht anzunehmen wäre, dass das Aussenglied in seiner ganzen Substanz nervös sei, wogegen wieder mancherlei Bedenken zu erheben sind. Ein sehr wichtiges ist z. B. das neuerdings auch von W. Krause hervorgehobene, dass bei den Vögeln, bei denen wie bekannt im Allgemeinen die Zapfen in der Netzhaut eine hervorragende Rolle spielen, die Continuität von Innen- und Aussenglied durch den gefärbten Fetttropfen unterbrochen wird, welcher die ganze Dicke des Innengliedes einnimmt an der Stelle, wo das Aussenglied angränzt, so dass nervöse Bestandtheile des Innengliedes nur auf der äusseren Oberfläche das Aussenglied erreichen können. Diese würden also möglicher Weise in der feinfaserigen Hülle des Aussengliedes gefunden

werden können, wie ich angab, deren nervöse Natur freilich nicht bewiesen ist.

Wie die Sachen jetzt liegen, kann auf die Frage nach der Endigung der Sehnervenfasern in der Retina Folgendes geantwortet werden:

1) Die äussere Körnerschicht enthält radiär verlaufende Nervenfasern, dies sind die bekannten Stäbchen- und Zapfenfasern. Dieselben sind, wie ich zuerst ausführlich für Mensch und Säugethiere nachgewiesen habe (dies Archiv Bd. II, p. 187 ff.), mit allen Attributen derjenigen Art von Nervenfasern versehen, die sich bereits in der Optikusschicht der Netzhaut vorfinden und die als nakte Axencylinder, bestehend aus einer grösseren oder geringeren Zahl von Primitivfibrillen bezeichnet zu werden pflegen. Allen neuerdings ausgesprochenen Zweifeln gegenüber kann ich auf Grund wiederholter und mit bedeutend verbesserten Hülfsmitteln ausgeführter Untersuchungen versichern, dass die Uebereinstimmung der Stäbchen- und Zapfenfasern mit Nervenfasern der gedachten Art eine vollständige ist (vergl. auch meinen Aufsatz über Retina in dem von Stricker herausgegebenen Handbuch pag. 992). Diese unzweifelhaften Nervenfasern sind eingebettet in die spongiöse Bindesubstanz, deren Natur ich zuerst in meinem Aufsatze de retinae structura penitiori, Bonn 1859, in Wort und Bild erläutert und von der des Nervengewebes scharf unterschieden habe [1]). Diese Bindesubstanz ist bei Mensch und Säugethieren, bei denen die äussere Körnerschicht durch ansehnliche Dicke ausgezeichnet ist und ebenso bei vielen Fischen sehr zart und leicht durch Maceration zu erweichen, worauf die nervösen Stäbchen- und Zapfenfasern frei herausgezogen werden können. Bei Vögeln, Reptilien und Amphibien ist das Verhältniss wegen sehr geringer Dicke der äusseren Körnerschicht in so fern ein anderes, als längere Stäbchen- und Zapfenfasern hier nicht vorkommen und die Bindesubstanz festere Scheiden um die nervösen Elemente der äusseren Körnerschicht bildet, so dass hier die Unterscheidung beiderlei verschiedener Elemente noch nicht immer in genügender Weise gelungen ist. Landolt hat neuerdings für die Amphibien einen freilich noch nicht zu befriedigendem Abschluss gelangten Versuch

1) Vergl. ausserdem dieses Archiv Bd. II pag. 261, und die schemat. Abbildung ebenda Taf. XV, ferner meine Abbildung in Stricker's Handbuch pag. 1016.

der Trennung beider gemacht. Was die von Landolt beschriebenen »kolbenförmigen Körper« dieser Schicht bedeuten, bleibt vor der Hand dunkel.

2) Die Zapfen- und Stäbchenkörner sind kernhaltige Anschwellungen der Zapfen- und Stäbchenfasern, folglich bipolare Nervenzellen, Ganglienkörper, deren Substanz die Fibrillensubstanz der Nervenfaser aufnimmt, deren Kern in dieselbe eingebettet liegt. Merkwürdiger Weise ist für Mensch und Säugethiere, wie es scheint, die Regel, dass der peripherische Fortsatz dieser Zapfen- und Stäbchenfaser, also der Theil, welcher zur limitans externa aufsteigt, eine ansehnlichere Dicke besitzt als der centrale Theil, welcher zur äusseren granulirten Schicht strebt (siehe meine Abbildung in Stricker's Handbuch pag. 1005).

3) Die Innenglieder der Zapfen und Stäbchen stellen eine directe Fortsetzung der Zapfen- und Stäbchenfasern dar und sind in ihrer Substanz demnach als nervös zu betrachten. Ihr Inneres zeigt zumal beim Menschen und wiederum am deutlichsten bei den Zapfen auch eine Differenzirung in Fibrillen, aber diese haben viel Eigenthümliches. Zunächst schliesst sich die Fibrillenstructur nicht unmittelbar an die Zapfenfaser an, sondern beginnt erst eine gewisse Strecke nach aussen von der limitans externa. Die Basis des Zapfeninnengliedes lässt eine innere Streifung nicht erkennen, diese beginnt etwas vor der Mitte des Zapfens und reicht dann bis zum Ende des Innengliedes. Die Streifung ist eine sehr scharfe, zunächst an der Oberfläche in gleichen Abständen rings um den Zapfen convergirend gegen das dünnere äussere Ende des Innengliedes, im Innern dichtgedrängt, so dass die Zahl der Einzelfibrillen in einem Zapfen 100 und mehr betragen mag. Die Streifen entsprechen isolirbaren Fasern von eigenthümlichem Glanz, scharf abgesetzt von der sie verbindenden Zwischensubstanz und dadurch wesentlich verschieden von dem Aussehen zu einem dickeren Axencylinder vereinigter Nervenprimitivfibrillen. Ich nenne diesen Faserkegel den Fadenapparat.

Trotz der verschiedenen Art der Lichtbrechung des Fadenapparates und der Fibrillen, welche die Zapfenfasern zusammensetzen und trotz des mangelnden Nachweises der Continuität könnte ein Zusammenhang beider existiren, man brauchte nur anzunehmen, dass die in der Zapfenfaser für gewöhnlich einzeln nicht erkennbar existirenden Fibrillen auch noch in der Basis des Innengliedes, die Art der Lichtbrechung behalten, welche ihre Wahrnehmbarkeit erschwert

oder unmöglich macht, dagegen im äusseren Theile des Innengliedes plötzlich alle wesentlich in derselben Ebene ihren Character ändern, eine andere Natur annehmen und in dieser veränderten Form nunmehr den Fadenapparat darstellen. Analogieen von anderen Nervenendigungen wären nicht schwer anzuführen, da die meisten Nerven an ihrem peripherischen Ende Modificationen erleiden. Wo das Aussenglied an das Innenglied grenzt, hören die Fibrillen des Fadenapparates auf.

Andererseits wäre es denkbar, dass die eigenthümlich glänzenden Zapfenfibrillen Organe sui generis darstellen, eingebettet in die nervöse Grundsubstanz des Zapfen-Inneren. In diesem Falle würden sie einen Apparat bilden nicht nervöser Natur, einen Hülfsapparat zur Uebertragung der Lichtbewegung in Nervenleitung, welcher selbst nicht aus Nervensubstanz gebildet mit dieser nur in die innigste Berührung gebracht sei, einen Apparat, innerhalb dessen durch vielfache Beugung und Reflexion des eintretenden Lichtes eine Absorption (d. h. Umarbeitung der Lichtwellen in eine andere Bewegungsform) vor sich gehen könnte.

4) Was endlich den Zusammenhang von Innen- und Aussenglied der Zapfen sowohl als der Stäbchen betrifft, so ist dieser, soweit die directe Beobachtung reicht, zunächst durch eine äusserst zarte, wie es scheint, feinfaserige Hülle vermittelt. Ob in dieser Nervenfibrillen enthalten sind, kann jetzt nur als ganz zweifelhaft bezeichnet werden. Wahrscheinlich leiten sich die feinen Fasern der Oberfläche wenigstens grösstentheils von den Faserkörben der Innenglieder ab. Dieselben stellen einen Faserkorb auch um das Aussenglied dar, welcher wo deutliche Längsrinnen auf der Oberfläche der Aussenglieder vorkommen, in diese eingebettet liegt, und hier wieder mit den pigmentirten und nicht pigmentirten Fortsätzen der Pigmentzellen in Berührung, ja vielleicht in Continuität treten kann [1]). Die Aussen-

---

1) Die Längsstreifung auf der Oberfläche der Stäbchen-Aussenglieder ist bei Thieren verschiedener Klassen nachgewiesen, wie ich Merkel gegenüber hervorzuheben habe, welcher (l. c. p. 645, 646) meint, dass sie nur bei Amphibien sichtbar sei, wo sie vor Hensen von mir 1866 im 2. Bande dieses Arch. p. 284, Taf. XIV, fig. 1. und 1867 Bd. III, p. 223, Taf. XIII, fig. 11, 14, 15, 17, 18 ausser bei Rana, Triton und Salamandra auch bei Fischen beschrieben worden ist. Dass ferner die Längsstreifung der Aussenglieder der Säugethierstäbchen ebenfalls auf Rinnen und Leisten der Oberfläche beruhe, habe ich durch meine Abbildung der Querplättchen der

glieder werden jetzt vielfach der Brücke'schen Theorie gemäss als reine Reflexionsapparate bezeichnet. Ich habe meine Stellung zu

Stäbchen vom Meerschweinchen dies. Arch. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 1 B gezeigt. Wo ich ihrer am ausführlichsten gedacht habe, am letztgenannten Orte p. 389 etc. und den dazu gehörigen Abbildungen, schilderte ich die Substanz der Leisten, oder der an abgesprengten Plättchen sichtbaren Vorsprünge, als integrirenden Bestandtheil der Stäbchensubstanz selbst, wie ich ausdrücklich anführe entgegen der Annahme, nach welcher die Vorsprünge als der Oberfläche angewachsene Fasern gedeutet worden.

Dies entspricht, wie Merkel, der die Sache nachuntersucht und nachbeschrieben hat (l. c. p. 646), zugibt, vollständig der Natur, soweit unsere jetzigen Hülfsmittel diesem Gegenstande gegenüber reichen. Somit bleibt es räthselhaft, wenn Merkel sagt, ich solle die vorspringenden Leisten für »die Enden des Optikus« erklären und fortfährt: »behandelt man Retinastäbchen mit starken Osmiumlösungen, so begegnet es häufig, wie M. Schultze gezeigt hat, dass dünne Plättchen der Aussenglieder abgesprengt werden, und frei in der Zusatzflüssigkeit herumschwimmen. Hier sind nun, wenn sie sich erhalten haben, die Leistchen von oben leicht zu sehen. M. Schultze erklärt sich dies so, dass die Nervenendigungen so fest auf die Substanz der Aussenglieder aufgekittet seien, dass sie mit den Plättchen abspringen.« Es handelt sich hier um ein vollständiges Missverständniss, welches in dieser Ausführung mit mir untergelegten, aber niemals von mir gebrauchten Worten jedenfalls nicht mehr in die Reihe der entschuldbaren gehört.

Der Leser vergleiche ferner Merkel (p. 647): »die wahre Bedeutung (der Rinnen) ist eine sehr einfache und klare. Es handelt sich nämlich nur um mechanische Eindrücke, welche durch die in die Stäbchensubstanz eingepressten Pigmentfortsätze der sechseckigen Zellen des Retinalpigmentes gemacht werden. Diese franzenartigen Schnüre von sehr grobkörnigem Pigment liegen, wie der Querschnitt der Aussenglieder zeigt, in den Rinnen derselben und bewirken so die beschriebene Cannelirung« —. und meine Erklärung zu der das Pigment in situ darstellenden Abbildung Taf. XXII, fig. 175« l. c. p. 403, in welcher ich sage: »Es macht ganz den Eindruck, als wenn die Pigmentkörnchen-Reihen den Furchen der Oberfläche der Aussenglieder sich anschlössen, in denen vermuthlich auch die feinen Nervenfasern liegen, welche vom Innenglied auf das Aussenglied übertreten« — um wieder zu sehen, dass Merkel den Aufsatz nicht genau gelesen haben kann, der ihm Veranlassung zu dem seinigen gab. In dieser Annahme kann sich auch allein der andernfalls nur als komisch zu bezeichnende Versuch erklären, die von mir auf der Oberfläche der Innenglieder der Zapfen und Stäbchen zumal des Menschen beobachteten zartesten Streifen, die Merkel, wie seine Worte und Abbildungen beweisen, gar nicht gesehen hat, aus Schrumpfung und gegenseitiger Abplattung der aneinanderstossenden Elemente ableiten zu wollen (l. c. p. 656).

dieser Theorie ausführlich dies. Archiv Bd. II, p. 231—236 und p. 258—261 entwickelt und damals das Innenglied und zwar wesentlich dessen Grenzfläche gegen das Aussenglied als das wahrscheinliche Perceptionsorgan für das reflectirte Licht bezeichnet. Die bald darauf von mir aufgefundene Plättchenstructur in den Aussengliedern musste einen weiteren Beweis abgeben für die exquisit reflectirende Bedeutung der letzteren (d. A. Bd. III, p. 242). Mittlerweile hatte ich genauere Untersuchungen über den anatomischen Zusammenhang von Innen- und Aussengliedern angestellt und war zu dem Resultat gekommen, dass wahrscheinlich beide eine gemeinschaftliche, sehr schwach brechende Grundsubstanz nervöser Natur besitzen, in welche im Aussengliede die starkbrechenden Scheibchen, im Innengliede Differenzirungen anderer Art eingelagert sind (l. c. p. 222). Dadurch sollte die Continuität beider Gebilde hergestellt sein, welche für den Sehvorgang angenommen werden müsse, wenn das Aussenglied an der Perception theilnehme. Für eine solche Theilnahme der Aussenglieder, zumal der Zapfen an der fovea, war Hensen eingetreten (Virchow's Archiv Bd. 34, p. 401), wesentlich um ein zur Perception kleiner Bilder geeigneteres anatomisches Substrat zu gewinnen als die Annahme gewährt, dass die dickeren Zapfenkörper die percipirenden Organe seien. Hensen wies zugleich nach, dass unsere percipirende Fläche an der fovea centralis in der That lückenhaft sei, und dass die Lücken den Zwischenräumen zwischen den von Pigment umhüllten conischen Aussengliedern der Zapfen entsprechen können.

Um die unzweifelhaft vorhandene Function zu reflectiren, welche den Aussengliedern znkommt, nicht zu vermischen mit derjenigen der Perception stellte ich die Hypothese auf, das die letztere Function wesentlich an der Grenzfläche des Innengliedes gegen das Aussenglied hafte, wobei die Vortheile der Hensen'schen Hypothese nicht aufgegeben wurden, indem diese Grenzfläche bei jedem Zapfen der fovea immer noch einen wesentlich geringeren Durchmesser besitzt als der dickste Theil des Innengliedes (dieses A. Bd. II, p. 236).

Mit der Entdeckung der Plättchenstructur und in Rücksicht auf die von W. Zenker an diese Structur geknüpften physiologischen Betrachtungen (d. A. Bd. III), musste sich meine Ansicht über die Bedeutung der Aussenglieder ändern. Was mir früher ungereimt schien, Reflexion und Perception an ein und dasselbe Organ zu knüpfen (l. c. Bd. II, p. 234), ward zu einer annehmbaren Hypothese. Die im

Plattensatz nothwendig zu Stande kommende complicirte innere Reflexion, Verarbeitung der Lichtbewegung in stehende Wellen und Absorption gab so viele Anknüpfungspunkte zur weitern Ausführung der Ansicht von der nervösen Bedeutung der Aussenglieder, dass die Hypothese zur vollständigen Sicherstellung nur noch eines Prüfsteines bedurfte, der Erforschung auch des Auges wirbelloser Thiere und des Nachweises, dass auch bei diesen Thieren, bei denen die Entwickelung des Auges ganz abweichende Schichtungen der Netzhaut bedingt, die percipirende Schicht zugleich Apparate enthalte, welche ähnliche innere Reflexionserscheinungen vermitteln wie die Aussenglieder der Wirbelthier-Netzhaut.

Die Hypothese hat diese Probe bestanden. Ich habe zunächst bei den Gliederthieren [1]) die Existenz von unmittelbar an Linse und Glaskörper sich anschliessenden fein geschichteten Stäben nachgewiesen. Mit Nervenfasern in Verbindung, welche an sie herantreten, stehen sie dem Lichte zugekehrt. Sie reflectiren Licht vermöge ihrer Plättchenstructur, aber das Licht, welches durch sie zurückgeworfen wird, tritt in die brechenden Medien des Auges zurück.

In dieser Art der Reflexion des Lichtes kann also nicht die Function der geschichteten Stäbe begründet sein. Es bleibt die andere zur Absorption des grössten Theiles der Lichtstrahlen führende innere Reflexion an den spiegelnden Flächen der unzähligen Plättchen übrig. In dieser allein kann die Existenz der geschichteten Stäbe ihre Erklärung finden. Wesentlich das Gleiche habe ich sodann auch bei den Mollusken (Cephalopoden und Heteropoden) nachgewiesen [2]). Bei diesen Thieren stehen geschichtete Stäbe ebenfalls gegen den Glaskörper, empfangen das Licht zunächst aus ihm nnd würden das total reflectirte Licht demselben zurückgeben. Da der bei weitem grösste Theil des in das Auge fallenden Lichtes in das Innere der langen Stäbe eindringt und hier an den hunderten von hintereinanderliegenden spiegelnden Flächen successive (wenn auch nur theilweise) hin und her reflectirt und schliesslich zur Absorption gebracht wird, so ist von diesem Antheil des Lichtes anzunehmen, dass er es sei, welcher in Nervenbewegung umgesetzt wird. Denn hinter den Stäben liegt Pigment und zwischen den Stäben auch. Hier sind also ganz allein

1) Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn, 1868. Vergl. namentlich die Bilder Taf. I, Fig. 1, 2, 9, 16, 18.

2) Dieses Archiv Bd. V, p. 1.

von allen Bestandtheilen der Netzhaut die geschichteten Stäbe die durchleuchteten Theile.

Da nicht anzunehmen ist, dass die geschichteten Stäbe in den Augen wirbelloser und Wirbelthiere bei wesentlich gleicher Structur und Beziehung zu den Nerven verschiedene Function haben, wird aus dem Verhalten der Stäbe bei den Wirbellosen der Schluss gezogen werden dürfen, dass bei den Wirbelthieren diese Gebilde nicht desshalb reflectiren, damit das Licht nach der Reflexion in den Innengliedern percipirt werde, sondern desshalb, damit bei der complicirten inneren Spiegelung eine Umsetzung der Lichtbewegung in Nervenbewegung, also die erste Anregung zur Perception selbst gegeben werde. Das heisst mit anderen Worten, es ist das Wahrscheinlichste, dass Nervensubstanz auch mit den Aussengliedern in Contact oder Continuität stehe.

Ueber die Beziehungen der Nervenfasern zu den geschichteten Stäben bei den Wirbellosen wissen wir nur so viel mit Sicherheit, dass bei den Cephalopoden und Heteropoden die Stäbe den Nervenfasern oder die Nervenfasern den Stäben anliegen. Ein directer Uebergang beider ineinander ist nicht beobachtet. Die Stäbe umfassen die Nervenfibrillen, so dass letztere das Innere der ersteren ausfüllen, oder die Nervenfibrillen verlaufen an der Oberfläche der Stäbe, welche zu diesem Behufe rinnenartige Vertiefungen besitzen [1]). Bei den Wirbelthieren hat man Nervenfasern in den geschichteten Stäben und hat solche auf der Oberfläche derselben, in deren Rinnen sehen wollen. Beiderlei sind vor der Hand ganz hypothetisch. Es wäre, wie die Sachen jetzt liegen, sehr wohl denkbar, dass die oben bereits erwähnte früher von mir vertheidigte Ansicht der Wahrheit am nächsten käme, dass die Grundsubstanz der Aussenglieder durch und durch nervös wäre, wie wir dies von derjenigen der Innenglieder anzunehmen Ursache haben, welche eine unmittelbare Fortsetzung der herantretenden Nervenfaser ist.

1) Dieses Archiv Bd. V, Taf. I und II.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XX.

Vergrösserung sämmtlicher Figuren ungefähr 1000 Mal.

Fig. 1—11. Zapfen und Zapfentheile aus den peripherischen Theilen der menschlichen Netzhaut,

„ 12—15 aus der Umgegend des gelben Fleckes,

„ 16 vom gelben Fleck,

„ 17, 18, 19 von der fovea centralis.

a bedeutet in allen Figuren Aussenglied, b den Fadenapparat im Innenglied, c äusseres Korn (Zapfenkorn), d Zapfenfaser.

Fig. 1. Das Aussenglied ist abgefallen, eine zarte Röhre, welche auch den Fadenapparat zu umschliessen scheint, ist an Stelle der Basis des Aussengliedes stehen geblieben.

Fig. 2 u. 3. Die Aussenglieder sind zum Theil erhalten aber in Plättchenzerfall. An ihrer Basis ist ein vom Innenglied ausgehender Fortsatz sichtbar, welcher möglicherweise einer Hülle des Aussengliedes angehört.

Fig. 4. Von dieser Hülle ist Nichts zu sehen.

Fig. 5, 8 u. 9. Isolirte Fadenapparate, bei 5 von einer zarten Hülle überragt, welche die Basis des Aussengliedes umschloss, bei 9 ein glänzendes Plättchen, einen Theil des Aussengliedes umschliessend.

Fig. 10, 11, 13. Zapfen, an denen die den Fadenapparat umschliessende Hülle in eigenthümlicher Weise geschlossen oder ausgezogen endigt, ohne dass die Beziehung zu dem abgefallenen Aussengliede klar erkennbar geblieben wäre.

Fig. 14. Hülle des Innengliedes wie bei Fig. 13 fein ausgezogen, dann scheinbar scharf abgesetzt das gequollene Aussenglied.

Fig. 15. Zapfen, an welchem einige Plättchen des Aussengliedes in eine zarte Hülle eingeschlossen liegen.

Fig. 16. Zwei Zapfen vom gelben Fleck, die Aussenglieder fehlen.

Fig. 17. Vier Zäpfen von der fovea centralis mit Aussengliedern a, Fadenapparat b, in Verbindung mit den Zapfenfasern und äusseren Körnern.

Fig. 18. Drei Zapfen derselben Art ohne Aussenglieder. Zwischen den Zapfenfasern, welche bei d d starke Schlängelungen zeigen, die durch die Präparition entstanden sind, liegen feine Fibrillen der Bindesubstanz.

Fig. 19. Zapfen der fovea ohne Aussenglieder in der eigenthümlich gebogenen Stellung, wie sie nach der Erhärtung sehr häufig angetroffen worden.

Fig. 20. Stäbchen vom Menschen.

b Fadenapparat, c Stäbchenkorn, d Stäbchenfaser.

Fig. 21. Aeusserer Theil einer radialen Faser der Bindesubstanz der Retina vom Huhn.

Fig. 22. Aeusserer Theil zweier radialer Fasern der Bindesubstanz der Retina vom Menschen.

In beiden Figuren bezeichnet i die Gegend der inneren Körnerschicht, g die äussere granulirte Schicht, a die Gegend der äusseren Körner, l die limitans externa, f die Faserkörbe um die Basen der Stäbchen und Zapfen.

Das äussere Ohr der Mäuse als wichtiges Tastorgan.

Von

Dr. **Jos. Schöbl**

in Prag.

Hierzu Taf. XXI—XXIV.

Nachdem ich in der Flughaut der Chiropteren eigenthümliche Terminalkörperchen als den Sitz des überaus feinen Tastvermögens derselben nachgewiesen habe, wie im ersten Hefte dieses Bandes beschrieben ist, lag es nahe, nach ähnlichen terminalen Bildungen sensitiver Nerven auch bei anderen Säugethieren zu forschen. Ich ging hierbei in vorhinein von der Voraussetung aus, dass das feine Tastvermögen der Flughaut den Chiropteren vorzüglich an jenen Orten unentbehrlich ist, wo sie sich wegen Lichtmangel des Sehvermögens nicht bedienen können, in tiefen Höhlen, unterirdischen Gängen und dergleichen; und dass man bei Thieren, welche stets oder zeitweise ähnliche dunkle Lokalitäten bewohnen, möglicherweise eine ähnliche feine Ausbildung des Tastsinnes an irgend einer Körperstelle auffinden könnte. Unter den mir in beliebiger Anzahl zu Gebote stehenden Thieren ähnlicher Art musste mir vor allen anderen die Maus einfallen, und diese war es auch, auf die ich zunächst meine Untersuchungen ausdehnte.

Schon bei der ersten äusserlichen Betrachtung fiel mir, so zu sagen instinktiv, eine gewisse Aehnlichkeit zwischen dem überaus zarten, scheinbar nackten, jedoch mit kleinen Härchen regelmässig besetzten, stets beweglichen äusseren Ohre der Mäuse und der Flughaut der Chiropteren auf.

Wie war ich aber erstaunt, als mir nach vorgenommener vorsichtiger Präparation ein wahrhaft fabelhafter Nervenreichthum dieses Organes entgegentrat. Ich kenne kein Hautgebilde in der ganzen Säugethierwelt, das so ungemein nervenreich wäre wie das äussere Ohr der Mäuse. Selbst die Flughaut der Chiropteren erscheint mit dem äusseren Ohre der Mäuse verglichen arm an Nerven; was an jener auf weiter Fläche sich verbreitet, ist an diesem in engstem Raume zusammengedrängt.

Nicht lange darauf gelang es mir, auch eigenthümliche Tastgebilde und ein eigenes prachtvolles, blasses Endnetz sensitiver Nerven nachzuweisen.

Zu meinen Untersuchungen verwendete ich fast ausschliesslich albinotische Exemplare der Hausmaus.

Da die übrigen Gebilde des äusseren Ohres wie Oberhaut, Malpighi'sche Schicht, Knorpel, Blutgefässe und dergleichen nichts aussergewöhnliches darbieten und nicht zum Wesen der Sache gehören, so habe ich dieselben in der nachfolgenden Abhandlung ganz weggelassen, und beschränke mich nur auf die genaueste Darstellung der Nerven, ihres Verlaufes und ihrer doppelten Endigungsweise.

Führt man nach vorausgegangener Einwirkung von Reagenzien einen gelungenen Flächenschnitt gerade durch den Knorpel und spaltet auf diese Weise das ganze äussere Ohr oder wenigstens einen grossen Theil desselben in zwei Lamellen, von denen jede nahezu in gleicher Weise mit überaus reichlichen Nerven und deren Endigungen versehen ist; entfernt man nun noch auf vorsichtige Weise die Oberhaut und die Malpighi'sche Schicht von der Lamelle, so eignet sie sich vollends zur Untersuchung.

In jeder Lamelle können wir ungezwungen drei Schichten dunkelrandiger Nerven und eine Schicht blasser Nerven unterscheiden.

Die erste Nervenschicht liegt am tiefsten unmittelbar über dem Knorpel, und enthält die stärksten Nervenstämme, welche 5 bis 7 an der Zahl ins äussere Ohr eindringen, und ihre nächsten Verzweigungen, welche im Durchmesser von 0,074 M. bis 0,0185 Mm. schwanken. Die Verzweigung dieser Nervenstämme ist im grossen Ganzen eine baumförmig dichotomische und sie werden zumeist von grossen Blutgefässen begleitet.

Längs des ganzen Verlaufes kommen überaus zahlreich anastomotische Verbindungen zwischen je zwei Nervenstämmchen sowohl

als zwischen verschiedenen Aesten desselben Stämmchens vor, welche auf mannigfaltige Weise gebildet werden.

1. Chiasmaartige Verbindungen zweier Nervenstämme (Taf. XXI, 1, 2, 3, 4. Taf. XXII, 1), bei denen eine theilweise Kreuzung der Nervenfasern stattfindet, indem von der inneren Seite des einen Nervenstammes ein Bündel von Nervenfasern zum anderen mit dem ersten mehr oder weniger parallel und in geringer Entfernung verlaufenden Nervenstamm streicht und ebenso von diesem zweiten Stamm ein Bündel zum ersten hinüberzieht, das früher erwähnte Bündel schief kreuzend. Ausserdem verlaufen noch ein paar Nervenfasern von einem Nervenstamm längs des unteren Randes des Chiasma zum anderen, um daselbst rückläufig wieder nach abwärts zu verlaufen und bilden so ein Analogon der Comissura ansata am Chiasma nervorum opticorum.

In derselben Weise streichen ein paar Nervenfasern von dem peripheren Theile des einen Nerven, kommen längs des vorderen Randes des Chiasma zum anderen, um daselbst abermals gegen die Peripherie zu verlaufen, analog der Comissura arcuata posterior. Auf Taf. XXII, 1 ist dieser Verlauf deutlich dargestellt.

2. Verbindungen durch einfache Querbrücken (Taf. XXI, 5, 6, 7) kommen dadurch zu Stande, dass ein Nervenbündel von einem Nervenstamm oder Ast in querer Richtung zum anderen hinüberstreicht, und auf diese Weise eine bald längere bald kürzere Queranastomose bildet. Hierbei kommt gewöhnlich die eine Hälfte der Nervenfasern vom centralen Theile des einen Nerven, und verläuft am anderen wieder rückläufig gleichfalls zum centralen Theil desselben, die andere Hälfte dagegen kommt vom peripheren Theil des einen und läuft dann gleichfalls wieder zum peripheren Theil des anderen Nerven.

3. Verbindungen durch diagonale Schleifen (Taf. XXI, 8, 9, 10, 11, 12. Taf. XXII, 2) kommen zu Stande, indem ein Bündel von Nervenfasern von einem Nervenstamm oder Ast einfach in schief diagonaler Richtung herüberstreicht. Hierbei kommen die Nervenfasern zumeist vom centralen Theil des einen und streichen gegen das periphere Ende des anderen Nerven.

4. Verbindungen durch Netzbildung (Taf. XXI, 13, 14, 15). Die Netzbildung erscheint in dieser Nervenschicht stets nur in beschränktem Maassstabe, so dass nur einige wenige Maschen entstehen, die stets langgestreckt sind.

5. Verbindungen durch terminale Winkelanastomosen (Taf. XXI, 16, 17) kommen zu Stande, indem zwei Nervenstämme oder Aeste gegen das Ende ihres Verlaufes unter einem Winkel zusammenstossen, ihre beiderseitigen Fasern einem gemeinsamen Stamm vereinigen, welcher zumeist nach kurzem Verlauf den Knorpel durchbohrt und mit den Nervenstämmen derselben Schicht in der zweiten jenseits des Knorpels gelegenen Lamelle eine Verbindung herstellt. Hierbei kann es namentlich bei stumpfwinkligen Anastomosen vorkommen, dass einige Nervenfasern des einen Nervenstämmchens längs des einen Randes der Winkelanastomose umbiegen, um am anderen Nervenstamm rückläufig wieder gegen das centrale Ende desselben zu streichen.

6. Verbindungen durch Bogenanastomosen (Taf. XXI) kommen einfach dadurch zu Stande, dass zwei Nervenstämme oder Aeste bogig schlingenförmig in einander übergehen.

7. Verbindungen durch Perforation des Knorpels mit der analogen Nervenschicht der jenseitigen Lamelle (Taf. XXI, 19, 33. Taf. XXII, 3). Zahlreiche Nervenstämme, mitunter von bedeutender Stärke, durchbohren namentlich in der Nähe des freien Ohrrandes den Knorpel in senkrechter oder schiefer Richtung, und bewerkstelligen auf diese Weise eine vielfache Verbindung zwischen den zwei analogen Nervenschichten diesseits und jenseits des Knorpels. Ausser diesen eben erwähnten Verbindungszweigen geben die Hauptnervenstämme während ihres ganzen Verlaufes von Stelle zu Stelle kleine Zweige ab, welche in die nächst obere zweite Nervenschicht übergehen, und zerfallen endlich, nachdem sie sich wiederholt dichotomisch verästelt haben, gegen den Rand des Ohres zu in fernere Aeste, welche gleichfalls bereits der nächstoberen zweiten Nervenschicht angehören.

Die zweite Nervenschicht liegt unmittelbar über der ersten, aus der sie auf die bereits oben angedeutete Weise hervorgeht.

Sie besteht aus Nervenstämmchen von 0,0185 M. bis 0,0098 Mm. Durchmesser und liegt unter dem Capillargefässnetz.

Der Verbreitungstypus der Nerven dieser Schicht ist ein unregelmässig netzförmiger, und zwar kommen in derselben die verschiedensten und überaus polymorphe Maschenbildungen vor.

Zunächst finden wir directe kleine und kleinste Maschen durch gleich starke Nervenstämmchen unmittelbar gebildet, wie z. B.

Taf. XXII, 4, 5. Taf. XXI an sehr vielen Orten, die Gestalt derselben ist sehr mannigfaltig; dann directe weite Maschen, an denen sich oft Nervenstämmchen von verschiedener Stärke betheiligen, gleichfalls von höchst variabler Gestalt und Grösse, so z. B. Taf. XXII, 6, 7; indirecte Maschenbildungen, welche durch Verbindung zweier Nervenstämme der nächst untern Schicht zu Stande kommen; indirecte Maschenbildungen, welche erst mit Hülfe von Nervenstämmchen der nächst oberen Schicht zum Abschluss kommen. Die feineren Zweige dieser Schicht dringen weiter nach oben und bilden daselbst die dritte Nervenschicht.

Direkte Maschenbildungen kommen in dieser Schicht ungemein häufig vor; am Grunde und in der Mitte des Ohres sind die Maschen sparsamer und weiter, nach oben zu und gegen die Peripherie werden sie dichter und enger.

Die dritte Nervenschicht, welche sich aus den feinsten Zweigen der zweiten entwickelt, liegt unmittelbar über derselben in gleicher Flucht mit dem Capillargefässnetz. Sie enthält Nervenstämmchen von 0,0098 M. bis 0,0037 Mm. Durchmesser, welche sowie die beiden vorangegangenen Schichten dunkelrandige Nervenfasern enthalten.

In Bezug auf Verbreitung der Nerven dieser Schicht gilt genau dasselbe Gesetz wie ich es bei der zweiten Schicht angegeben habe. Es kommen dieselben directen engen und weiten, und indirecte Maschen vor wir dort, nur dass ihre Weite verhältnissmässig stets eine bei weitem geringere ist.

Die feinsten Zweige dieser Schicht zeigen jedoch ein abweichendes doppeltes Verhalten. Ein Theil dieser Nervenstämmchen, aus zwei bis vier markhaltigen Nervenfasern bestehend, begibt sich zu je einem Haarbalg und bildet daselbst durch Umwicklung des Haarschaftes einen Nervenring und endet unterhalb des Haarbalges als Nervenknäuel; ein anderer Theil der betreffenden Nervenstämmchen, die zumeist nur aus zwei Nervenfasern bestehen, erhebt sich mehr gegen die Oberfläche, die Nervenfasern werden blass und bilden unmittelbar unter der Malpighi'schen Schicht ein blasses Terminalnetz, welches die vierte und letzte Nervenschicht darstellt.

Auf Taf. XXII sind die einen Zweige sammt den von ihnen gebildeten Ringen und Knäulen, die anderen dagegen frei endigend dargestellt. Auf Taf. XXIII verhalten sich die ersteren Zweige wie auf der vorigen Tafel, nur sind sie bedeutend stärker vergrössert;

bei den letzteren Zweigen ist der Uebergang in das blasse Terminalnetz ersichtlich.

Die Nervenringe und Nervenknäule (Taf. XXIII u. XXIV, Taf. XXII angedeutet) sind, was ihr Vorkommen und ihre Vertheilung am Mäuseohr anbelangt, an die feinen Härchen desselben gebunden, so zwar dass es am ganzen äusseren Ohre keinen einzigen Ring und Knäuel ohne Härchen gibt und umgekehrt. Jedes Härchen bildet mit seinen beiden grossen Talgdrüsen und dem Nervenring und Knäuel ein abgeschlossenes Ganze. Schweissdrüsen fehlen am ganzen äusseren Ohre der Maus vollständig.

Die Länge der Härchen schwankt zwischen 0,332 M. bis 0,83 Mm. Ihre Vertheilung am äusseren Ohre ist eine regelmässige, am Grunde und in der Mitte des Ohres sind sie am sparsamsten, gegen oben und den Rand zu werden sie dichter, am Rande selbst stehen sie am dichtesten, so dass sich hier ihre Talgdrüsen fast wechselseitig berühren.

Unter der Haarzwiebel in jedem Haarbalg befindet sich eine mehr oder weniger conische Verlängerung, welche aus deutlichen kernhaltigen Zellen besteht, die ihrer Grösse nach der Wurzelscheide angehören. Der ganze Fortsatz ist von der Glashaut des Haarbalges umhüllt, welche nach oben einen eingekerbten Rand besitzt und im oberen Theile deutlich längsstreifig ist. (Taf. XXIV.)

Zu jedem Haarbalg tritt, wie bereits oben erwähnt wurde, ein schwaches, aus der dritten Schicht stammendes Nervenstämmchen, welches zumeist aus zwei bis vier markhaltigen Fasern besteht. Dieses Nervenstämmchen umwickelt in der Gegend des eingekerbten Randes der Glashaut den Haarschaft in mehrfachen Touren und bildet auf diese Weise einen Nervenring oder Kranz, der das Haar umschlingt. Von diesem Nervenring streichen zwei bis vier Nervenfasern längs der conischen Verlängerung nach abwärts bis an das stumpf abgestutzte Ende derselben und bilden daselbst einen Nervenknäuel, welches somit unmittelbar unter dem betreffenden Fortsatze liegt (Taf. XXIV).

Die Knäule sind, was ihre Form anbelangt, fast stets kugelrund, selten etwas oval, ihr Durchmesser beträgt im Mittel 0,015 Mm. In einigen Fällen glaube ich im Inneren des Knäules einige wenige Zellen von ähnlicher Beschaffenheit, wie sie den Zellfortsatz bilden, gesehen zu haben.

Auf einem Quadratmillimeter Oberfläche befinden sich am Rande des Ohres beiläufig 90 Nervenknäule, am Grunde circa 20, im Mittel kommen somit auf ein Quadratmillimeter Ohroberfläche 30 Nervenknäule.

Da man nun die ganze Flächenausdehnung des äusseren Ohres einer mittelgrossen Hausmaus ohne grossen Fehler auf ein Quadratmillimeter berechnen kann, so kommen auf eine Ohroberfläche 3000, auf beide Flächen eines Ohres 6000 und auf beide Ohren zusammen beiläufig 12000 Nervenknäule.

Das blasse Terminalnetz (auf Taf. XXIII dargestellt). Wie bereits erwähnt wurde, entwickelt sich das blasse Terminalnetz aus einem Theile der feinsten Aestchen der dritten Nervenschicht.

Kölliker hat die Existenz eines blassen Terminalnetzes in der Haut der Maus bereits im Jahre 1856, wenn auch nur mit wenigen Worten und einer flüchtigen Zeichnung nachgewiesen (Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. VIII, p. 311, Taf. XIV). Es liegt unmittelbar unter der Malpighi'schen Schicht über dem Capillargefässnetz. Es liegt nicht vollkommen streng genommen überall in einer mathematischen Ebene, indem an einzelnen Stellen Nervenfasern dieser Schicht über anderen derselben Schicht hinüberstreichen. Doch ist dies nur in untergeordnetem Maassstabe der Fall und berechtigt nicht, zwei Schichten blasser Nervennetze aufzustellen.

Die Nerven dieser Schicht bilden ein höchst eigenthümliches, prachtvolles, überall in sich abgeschlossenes Endnetz und ihre Stärke beträgt, da wo sie bandförmig erscheinen, bis 0,0037, sinkt aber an anderen Stellen bis zu unmessbarer Feinheit.

Die Maschen des Netzes sind sehr vielgestaltig und haben eine sehr variable Weite, sind jedoch überall in sich abgeschlossen und kein einziges Nervenfädchen begibt sich weiter oder endet frei. Bei gelungenen Präparaten starker Vergrösserung und greller Beleuchtung kann man das geschlossene Netz auf weite Strecken hin verfolgen, wenn man die Mühe nicht scheut.

An den Knotenpuncten der Maschen befinden sich zahlreiche Anschwellungen, welche die verschiedenartigsten bizarrsten Gestalten darbieten, und auch in ihrer Grösse vielfach variiren.

Die bildliche Darstellung des Endnetzes auf Taf. XXIII, die ich porträtmässig genau einem einzigen Präparate entnommen habe,

enthebt mich wohl der Mühe einer weitschweifigen und langweiligen Beschreibung desselben.

Ich bemerke nur noch zum Schluss, dass die beiden ersten Tafeln nach einem einzigen Präparate mit grösster Genauigkeit gezeichnet sind, und dass dasselbe Präparat, ob zwar bald ein Jahr alt, sich noch in einem so wohl erhaltenen Zustand befindet, dass ich im Stande bin, jede beliebige Stelle meiner Zeichnungen, selbst das blasse Endnetz an denselben zu demonstriren.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXI—XXIV.

Taf. XXI.

Stellt den Verlauf der stärksten und stärkeren Nervenstämmchen eines Theiles des äusseren Ohres von einer albinotischen Hausmaus dar. Die Vergrösserung ist 50.

Die mit a, b, c, d bezeichnete Partie erscheint auf Taf. XXII stärker, die mit α, β, γ, δ auf Taf. XXIII noch stärker vergrössert.

Bei 1, 2, 3, 4 finden sich chiasmaartige Anastomosen;

bei 5, 6, 7 Queranastomosen;

bei 8—12 schiefe diagonale Aanastomosen;

bei 13, 14, 15 Netzanastomosen;

bei 16, 17 Winkelanastomosen;

bei 18 Bogenanastomosen;

bei 19—33 knorpeldurchbohrende Anastomosen.

Taf. XXII.

Stellt das auf Taf. XXI mit a, b, c, d bezeichnete Stückchen bei 280-maliger Vergrösserung dar.

Die Nerven der ersten und zweiten Schicht sind schwarz, die der dritten braun dargestellt.

Die Terminalkörperchen, stets von je zwei Talgdrüsen umgeben, sind angedeutet. Bei 1 findet sich eine chiasmaartige Anastomose, bei 2 eine diagonale, bei 3 eine knorpeldurchbohrende der ersten Nervenschicht, bei 4 und 5 finden sich enge, bei 6 und 7 weite Maschen der zweiten Nervenschicht.

Taf. XXIII.

Stellt die auf Taf. XXI mit α, β, γ, δ bezeichnete Partie bei 450-maliger Vergrösserung dar.

In der Tiefe sieht man die aus dunkelrandigen Nervenfasern bestehenden Stämmchen, — oberflächlich das blasse Terminalnetz. Der den Haarschaft umgebende Nervenkranz, sowie Terminalkörperchen, stets von je

zwei Talgdrüsen umgeben, sind gleichfalls dargestellt. Die Härchen sind wie auf Taf. II weggelassen.

Taf. XXIV.

Zeigt die untere Partie eines Härchens, den Haarbalg mit der Glashaut desselben, den eigenthümlichen conischen Zellkörper unter der Haarzwiebel, die beiden Talgdrüsen, dann das zum Haar sich begebende Nervenstämmchen, den den Haarschaft umwickelnden Nervenkranz und das kugelig knäuelförmige Terminalkörperchen, über 1000mal vergrössert.

Der Lichtdruck in seiner Bedeutung für die Mikrophotographie,

unter Beifügung von 2 selbstgefertigten phototypischen Probebildern.

Von

H. Landois und **W. Thelen.**

Vorläufige Mittheilung.

Die verschiedenen Licht-Druckverfahren.

In neuerer und neuester Zeit ist die Frage von vielen Seiten mannigfach ventilirt, ob die Photographie in Bezug auf Mikroskopie viel oder wenig zu leisten im Stande sei. Die sanguinischen Hoffnungen, welche durch die Mikrophotographie die zeitraubenden, zarten Zeichnungen der difficilsten Präparate bereits ersetzt glaubten, sind längst gesunken, jedoch kann wohl nicht bestritten werden, dass die Photographie in manchen Fällen wesentliche Dienste zu leisten im Stande sei. Es gilt dieses namentlich für den Zweck der Demonstration. In einem grossen Auditorium ist es durchaus nicht möglich, viele Präparate durch Autopsie den Zuhörern zugänglich zu machen. Wird hingegen der Gegenstand mikrophotographisch aufgenommen, so ist dieser Uebelstand sofort beseitigt. Ein Federstrich deutet auch sofort die betreffende Stelle an, worüber es sich gerade beim Vortrage handelt. Auch fällt die subjective Deutung des Präparates, indem der Zuhörer das natürliche Bild vor Augen hat. Allerdings finden wir in unseren Mikrophotographien nicht die scharfen Linien wieder, wie wir sie in unseren mikroskopischen

Zeichnungen zu sehen gewohnt sind; aber der hinreichende Ersatz ist die Naturwahrheit derartiger Bilder. Handelt es sich ferner um eine weite Verbreitung naturgetreuer Bilder, so ist die Photographie kaum zu entbehren. Wir beabsichtigen hier jedoch nicht, über die Vorzüge und Nachtheile des photographischen Verfahrens zu streiten, sondern eine kurze Auseinandersetzung derjenigen Methoden zu geben, welche man zur Vervielfältigung mikroskopischer Präparate erfunden hat. Beigefügte Probebilder werden den Naturforscher am geeignetsten in Stand setzen, ein eigenes Urtheil über den Werth dieser durch den Lichtdruck vervielfältigten Bilder abzugeben.

Bereits im Jahre 1857 veröffentlichte Martin[1]) ein Verfahren, um Lichtbilder auf den zum Stich dienenden Metallplatten darzustellen. Auch Niepce theilte in Verbindung mit dem Kupferstecher Lemaire eine neue Anwendung für den photographischen Stahlstich mit. Die Talbot'schen Bilder stehen diesen in keiner Weise nach. Für den Kupferstecher und Holzschneider ist es natürlich eine nicht geringe Zeitersparniss, wenn die Photographie ihm das Original zum Stich naturgetreu auf die Platte oder auf den Holzstock überträgt. Es findet daher diese Methode auch heutzutage noch mannigfache Anwendung. Bei den bisherigen Methoden zur Herstellung der Photographien auf Holzstöcken hatte man mit mancherlei Uebelständen zu kämpfen, welche in neuester Zeit durch das Verfahren von Grüne[2]) beseitigt sind. Die Holzfaser wurde meistens durch die Behandlung mit den verschiedenen Chemikalien angegriffen, und anderseits lag das Bild als Haut dem Stocke auf, welche während des Stechens sich leicht blätterig ablöste. Das Wesentliche der Grüne'schen Methode besteht darin, dass zunächst ein Collodiumhäutchen, welches das Silberbild enthält, auf den Stock geklebt wird. Nachdem es auf demselben getrocknet, wird das Collodium vermittelst Alkohol und Aether fortgespült, so dass das Bild, aus unendlich feinem Metallstaube bestehend, schliesslich allein auf dem Stocke haftet. Die Töne der Photographie muss natürlich der Holzschneider in Strichmanier übersetzen. Es werden auf diese Weise gegenwärtig viele Illustrationen englischer Zeitschriften, wie der „Graphic“ und „Illustraded Times“ angefertigt. Diese und

1) Handbuch der gesammten Photographie. Wien 1857.

2) Photographische Mittheilungen. Heft 6, pag. 145. Berlin 1870.

ähnliche Methoden für den Stich leisten allerdigs ausserordentlich viel, und sind in manchen Fällen geradezu unentbehrlich geworden, bedürfen jedoch stets zur Vollendung der Arbeit eines gewiegten gravirenden Künstlers.

Man hat auch versucht, die Daguerreotypbilder durch Galvanoplastik zu vervielfältigen. Wird die mit dem vergoldeten Quecksilberbilde versehene Silberplatte in den galvanischen Apparat getaucht, so ist man im Stande, mehrere galvanoplastische Abdrücke von dem Bilde zu nehmen. Die Bilder haben allerdings den Vortheil, dass sie das Original genau in Hinsicht auf rechts und links wiedergeben, leiden aber unter anderem daran, dass das galvanische Cliché die Kupferfarbe trägt und auch nicht selten Flecke bekommt. Ausserdem ist der Preis von Original und Cliché nahezu gleich. — Wir haben im vorigen Herbste selbst einige galvanoplastische Clichés hergestellt, welche direct für den Druck verwerthet werden konnten. Wenn eine Photographie nach dem bekannten Kohlendruckverfahren auf einer Glasplatte angefertigt wird, so liegen die belichteten Partien des Bildes etwas erhaben. Beim Anfeuchten treten eben diese Erhabenheiten noch mehr hervor und zwar die tiefen Schatten mehr als die Halbschatten. Wir überzogen das Bild mit feinem Graphit, brachten dasselbe in das galvanoplastische Bad und erhielten einen hübschen Abdruck in Kupfer. In der Platte liegen die Schatten je nach ihrer Intensität tiefer oder flacher. Wird die Platte nach Art einer Kupferstichplatte mit Schwärze eingerieben, so liefert sie beim Drucken das dem Originale ähnliche Bild. Obschon dieses Verfahren ein befriedigendes Resultat lieferte, haben wir es doch aus dem Grunde aufgegeben, weil der Mechanismus des Druckens ebenso wie beim Drucken der Kupferstiche zu viel Handfertigkeit und Zeitaufwand erfordert. An denselben Uebelständen scheitert auch der Druck solcher Platten, welche durch Einwalzen trockener Gelatinebilder in Bleiplatten hergestellt werden. Wirklich schöne Bilder liefert der hierhergehörende Woodbury's Reliefdruck. Woodbury[1]) macht von Gelatinebildern einen Abklatsch in Blei mit Hülfe einer hydraulischen Presse, und erhält so eine Druckplatte, die mit warmer gefärbter Gelatinelösung derselben Art, wie sie zum Fertigen der Pigmentbogen beim Kohledruck dient, übergossen und dann mit Papier zusammengepresst wird. Die Ge-

1) Phot. Mitth. Heft 5. 1869.

latine erstarrt und bildet dann auf dem Papier ein Pigmentbild in allen Tonabstufungen.“ Das beigefügte Probebild „der Kleiderhändler“ lässt mit Ausnahme des Kostenpunctes nichts zu wünschen übrig.

Der Curiosität wegen sei noch eines Verfahrens gedacht, vermittelst Joddämpfe Abdrücke von Bildern zu erzielen, dessen Erfinder Niepce zu sein scheint. Er entdeckte die Eigenschaft des Joddampfes, sich an den dunklen Stellen des Kupferstiches, einer Schrift u. s. w. anzulegen und die weissen Stellen frei zu lassen. Wird diesem Kupferstich ein mit Stärkekleister getränktes Papier aufgelegt, so gibt dasselbe einen Abdruck, indem den schwarzen jodirten Linien des Bildes entsprechend, sich die Stärke intensiv bläuet. Dieses Verfahren lässt jedoch nur eine Vervielfältigung von Bildern in Strichmanier zu.

Auch die Kunst, Photographien durch den lithographischen Druck nachzubilden, hat seit längerer Zeit ihre Anhänger gefunden. Der Stein wird so geschliffen, dass er das Korn für Kreidezeichnung annimmt. Man tränkt ihn darauf mit einer schwachen Lösung von oxalsaurem Eisenoxyd und lässt diese Flüssigkeit möglichst tief in den Stein eindringen. Der unter dem Negativ oder in der Camera belichtete Stein zeigt das Bild in braunem Tone, welches durch Lösung von kohlensaurem Ammoniak fixirt wird. Soll nun das Bild durch den Druck vervielfältigt werden, so wird der Stein mit Oxalsäure geätzt. Die farbigen Stellen nehmen später beim Druck die Schwärze an, während die früher nicht belichteten Theile die Farbe abstossen. Diese und ähnliche Verfahren haben bereits eine hohe Stufe der Vervollkommnung erreicht, leiden jedoch sämmtlich an dem nicht zu beseitigenden Uebelstande, dass das Korn des Steines stets zu grob und eben deshalb ein relativ grobes Bild liefert.

Die vollkommenste Methode der Vervielfältigung photographischer Bilder bietet bis jetzt unstreitig das Gelatineverfahren. Die ersten Mittheilungen dieser Art veröffentlichten 1867 Tessié de Mothay und Maréchal in Metz. Es handelt sich bei diesem Lichtdruck zuerst darum, eine dünne Gelatineschicht auf einer Glasplatte recht fest anzubringen. Dieses geschieht dadurch, dass man zuerst eine Schicht von Eiweiss, Gelatine und chromsaurem Kali auf die Platte bringt, von hinten belichtet, wodurch diese erste Schicht unlöslich wird und dem Glase fest anhaftet, sodann die zweite

Schicht aufträgt, die aus Gelatine und chromsaurem Kali besteht. Die letztere wird im Dunkeln getrocknet. Durch Erwärmen lässt sich diese Schicht erhärten. Bei der Belichtung unter einem Negativ wird die Chromsäure desoxydirt und verbindet sich als Chromoxyd mit der Gelatine, welche eben dadurch die Eigenschaft annimmt, an den belichteten Stellen Fettfarbe der Druckerwalze anzunehmen.

Die Platten der hier beigefügten Probebilder halten den Druck vieler Hunderte von Exemplaren aus, was namentlich hervorgehoben zu werden verdient, weil die Platten mancher anderer Photographen an dem Mangel der Haltbarkeit leiden.

Der Vervielfältigung durch den Druck entzieht sich keine Photographie, überhaupt kein Bild. Es kann sich demnach unser Verfahren auf sämmtliche Illustrationen erstrecken.

Das Druckverfahren vereinigt ausser Schönheit und Naturwahrheit der Bilder noch die Haltbarkeit, Wohlfeilheit und Schnelligkeit der Herstellung.

Es ist bekannt, dass die Silberbilder mit der Zeit ihre Schönheit verlieren, wenn sie nicht völlig verlöschen. Unsere Druckbilder werden eben so lange der Zeit widerstehen, wie jede andere durch Druckerschwärze hergestellte Illustration.

Wenn ein Photograph nur an hellen Tagen zu arbeiten vermag und auch an diesen nur wenige Bilder fertig zu stellen im Stande ist, so liefern unsere Platten unter einer Presse täglich gegen 500 Abdrücke.

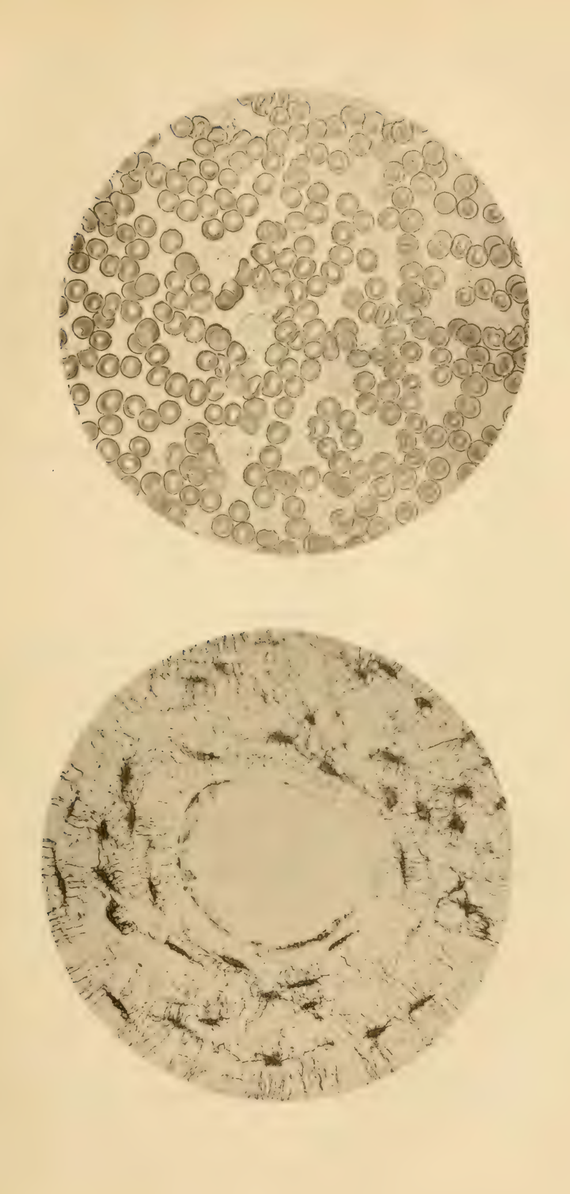
Endlich gestattet der Lichtdruck die Wahl eines jeden Farbentones. Während die Silberbilder erst in dem Goldbade jene angenehmen schwarzen Tinten annehmen, kann man die fettige Druckerfarbe in allen Nuancirungen für den Gebrauch herstellen. Für mikroskopische Bilder ist dieser Vorzug um so gewichtiger, weil wir die natürliche Farbe des Präparates auf diese Weise täuschend nachzuahmen vermögen.

Aus diesen genannten Vortheilen resultirt eben die Wohlfeilheit unserer Bilder, welche für weite Verbreitung, namentlich auch in den Kreis der Laien in der Naturwissenschaft nicht hoch genug angeschlagen werden kann.

Figurenerklärung.

Das erste der beigefügten Lichtdruckbilder ist eine Mikrophotographie des Blutes vom Menschen. Zwischen den rothen Blutkörperchen liegen drei weisse zerstreut.

Die zweite Mikrophotographie stellt ein Haversisches Kanälchen dar, nebst der umliegenden Partie des Knochenschliffes mit den Knochenkörperchen.





Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Gewebe.

Von

Dr. **Franz Boll,**

Assistenten am physiologischen Laboratorium der Universität Berlin.

Erste Abtheilung.

Hierzu Taf. XXV, XXVI, XXVII.

Einleitung.

Indem ich hiermit den Fachgenossen den Anfang einer längeren Reihe von Untersuchungen übergebe, halte ich es nicht für unangemessen, in wenigen Worten die Gesichtspunkte, von denen ich bei diesen Untersuchungen geleitet wurde, und den Zusammenhang, in welchem die einzelnen Abschnitte derselben zu einander stehen, zu entwickeln.

Diese Untersuchungen, die mich seit den letzten zwei Jahren beschäftigt haben, sind hervorgegangen aus einem inneren Bedürfniss, aus dem Drange, eine selbstständige, klare und befriedigende Auffassung in der Cardinalfrage der modernen Histiologie, in der Lehre vom Bindegewebe zu gewinnen.

Noch nicht drei Jahre sind verflossen, dass ein gefeierter Forscher[1]) das, was wir über das Bindegewebe wissen, in einer Arbeit zusammengestellt hat, die für alle Zeiten ein Muster bleiben wird dessen, was es heisst, auf Grund durchweg selbstständiger Untersuchungen eine auf der zeitlichen wissenschaftlichen Höhe stehende Darstellung einer ebenso wichtigen und umfangreichen wie

---

1) A. Rollet, von den Bindesubstanzen. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. I. Lieferung. 1868.

schwierigen und streitigen Lehre zu geben. Und doch ist in diesen kurzen drei Jahren Vieles laut geworden, was sich nicht mehr unterbringen lässt in dem Rahmen jener Darstellung, Vieles ist in Frage gestellt worden, worauf jene Arbeit als auf der sichersten, unerschütterlichsten Grundlage baute.

Dieser Zustand öffentlicher Unsicherheit in dem wichtigsten Capitel unserer Wissenschaft hat mich immer und immer wieder zu dem Studium des sich entwickelnden und des fertigen Bindegewebes zurückkehren lassen. Es war selbstverständlich, dass, um zu einer klaren Anschauung in diesem schwierigen Capitel zu gelangen, die Arbeit eine ebenso extensive wie intensive sein müsse. Einmal handelte es sich darum, allgemeine Anschauungen zu gewinnen und es musste daher die Anzahl der untersuchten Gewebsformen und anatomischen Objecte eine möglichst grosse sein. Andererseits kam es in jedem einzelnen Falle darauf an, schärfer noch und tiefer einzudringen in die wesentliche Structur des einzelnen Gewebes als bisher geschehen war, um das Fundament der Untersuchung auch ebenso tief wie breit zu legen. Es zerfällt also das grosse Thema naturgemäss in eine Reihe einzelner Monographieen.

Aus diesem Gesichtspunkte sind die Untersuchungen entstanden, von denen ich hiermit den Fachgenossen die drei ersten Capitel vorlege. Von denselben behandelt das erste den Bau der Sehne, das zweite den Bau des Knorpels in der Achillessehne des Frosches; das dritte beschäftigt sich mit den Bindegewebsbündeln der Basis cerebri und ihren Scheiden. Das vierte Capitel ist der Darstellung der Entwickelung des fibrillären Bindegewebes beim bebrüteten Hühnchen gewidmet. In dem fünften Capitel werde ich die Entwickelung der Neuroglia nach Untersuchungen am bebrüteten Hühnchen beschreiben und daran die in der Untersuchungsmethode davon unzertrennliche Entwickelungsgeschichte der Ganglienzellen, sowie Bemerkungen über den Bau der Neuroglia des erwachsenen Thieres anschliessen. Unmittelbar hiermit zusammenhängt das sechste Capitel, in dem ich ein neues Structurverhältniss der weissen Substanz der Centralorgane beschreiben und entwickelungsgeschichtlich begründen werde.

Ich bemerke noch, dass die in diesen sechs Capiteln niedergelegten Untersuchungen bereits beim Ausbruche des Krieges als abgeschlossen angesehen werden konnten.

Berlin, 20. Februar 1871.

I. Der Bau der Sehne.

So lange es eine „Bindegewebsfrage" giebt, ist es zumeist der Bau der Sehne gewesen, über welchen die verschiedensten Auffassungen in den entgegengesetzten Lagern geherrscht haben. Ist es doch in der Sehne, wo das fibrilläre Bindegewebe am reinsten und am wenigsten beeinträchtigt durch eingelagerte Gewebe auftritt, wo die Anordnung desselben eine so ausserordentlich regelmässige ist, dass es schien, als wenn hier die typischen Eigenschaften des Bindegewebes am klarsten hervortreten müssten. Fast jeder Forscher, dessen Name in der Bindegewebsfrage als ein hervorragender genannt wird, hat an der Sehne, als an dem eigentlichen, classischen Typus und Modell des fibrillären Bindegewebes, seine Ansichten zu erhärten gesucht. So hat es denn dahin kommen müssen, dass über die Anatomie der Sehne eine Reihe von Schilderungen existiren, so grundverschieden von einander, dass man zweifeln möchte, sie bezögen sich auf dasselbe anatomische Object.

Auch die neueste Wandlung, welcher die Frage nach der Structur des Bindegewebes augenblicklich zu unterliegen scheint, ist an unseren Vorstellungen über den Bau der Sehne nicht spurlos vorübergegangen. Ranvier[1]) hat uns mit einer Arbeit beschenkt, die eine durchaus originelle Auffassung über die Structur der Sehne zu begründen versucht. Inwiefern das Hauptresultat dieser Arbeit, die Existenz von aus Zellen zusammengesetzten feinen Röhren zwischen den Fibrillenbündeln richtig ist, soll in dem Folgenden gezeigt werden. Jedenfalls aber wird Ranvier das Verdienst bleiben, zuerst scharf und richtig die Methoden präcisirt zu haben, welche allein zur Kenntniss des wahren Baues der Sehne führen konnten.

So schroff und wie es scheint unvermittelbar stehen sich heute die Gegensätze in der Lehre von der Structur der Sehne gegenüber, dass derjenige, welcher eine objective Darstellung derselben geben will, sich nicht begnügen darf, Thatsache gegen Thatsache, Behaup-

---

1) Des éléments cellulaires des tendons et du tissu conjonctif lache (tissu cellulaire). Archives de Physiologie 1869. II. 471. In extenso mitgetheilt in: Frey, Traité d'Histologie et d'Histochimie traduit par P. Spillmann. Paris 1870. 276.

tung gegen Behauptung zu stellen. Hier gilt es nicht bloss, die Irrthümlichkeit gegentheiliger Darstellungen hinzustellen, sondern die Wahrheit herauszufinden, die diesen irrthümlichen Darstellungen immer zu Grunde liegt und sie von jeder entstellenden und verhüllenden Zuthat zu entkleiden. Nur diejenige Darstellung des Baues der Sehne wird eine wirklich objective und erschöpfende heissen dürfen, die nicht bloss alle eigenen, sondern auch alle fremden Beobachtungen unter einen Gesichtspunkt vereinigt, die sich nicht damit begnügt, Irrthümer und Beobachtungsfehler zu constatiren, sondern die bestrebt ist, diejenigen Wahrheiten herauszuschälen, die hier und da in verzerrter und entstellter Form auftreten, aber darum doch nie aufhören Wahrheiten zu sein.

Ich beginne mit der Darstellung der anatomischen Verhältnisse, wie sich dieselben in embryonalen Sehnen vorfinden. Es ist dies absolut nothwendig um den Bau der ausgebildeten Sehne richtig verstehen zu können. Für diesen Zweck geht man am besten aus von einem sehr wohl characterisirten Stadium, welches etwa dem letzten Viertel des intrauterinen Lebens bei Säugethieren, dem 18. bis 20. Tage beim bebrüteten Hühnchen entspricht, und in welchem bereits deutliche Bindegewebsbündel ausgebildet vorhanden sind. Die frühere Entwickelungsgeschichte der Sehne, d. h. die Entwickelung dieser feinen Bündel aus Zellen schon hier an dieser Stelle zu geben, ist für den vorliegenden Zweck ganz unnöthig. Dieselbe wird in dem vierten Capitel dieser Untersuchungen, welches von der Entstehung der Fibrillen des Bindegewebes handeln soll, eine bessere und geeignetere Stelle finden. Ebendort werde ich mich auch veranlasst sehen, auf die in der Literatur vorliegenden Angaben über diesen Gegenstand, auf die Arbeiten von Kölliker und von Obersteiner, die sich mit den embryonalen Sehnen beschäftigen, näher einzugehen und ihre Beobachtungen, welche zum Theil mit den meinigen unvereinbar erscheinen, ausführlich zu würdigen. Für jetzt werde ich mich darauf beschränken, einzig und allein meine Resultate über den fraglichen Gegenstand vorzutragen.

Das oben erwähnte Stadium, mit dem die Darstellung der Structur der Sehne am passendsten eröffnet wird, ist dadurch characterisirt, dass die einzelnen Fibrillenbündel, welche die Sehne parallel angeordnet zusammensetzen, nur erst eine sehr geringe Dicke besitzen (kaum halb so dick wie die Fibrillenbündel in den Sehnen erwachsener Thiere) und dass die reichlich vorhandenen zelligen

Elemente, kernhaltige dunkelkörnige Protoplasma-Massen in einer ganz bestimmten Form und Anordnung deutlich hervortreten.

Als Untersuchungsobject dienten mir in erster Linie Hühnerembryonen vom 16. bis zum 21. Tage der Bebrütung, sowie Embryonen von Hunden, Kaninchen und Meerschweinchen aus dem letzten Drittel resp. Viertel des intrauterinen Lebens. Die Untersuchung im frischen Zustande erwies sich als sehr schwierig, so dass ich genöthigt war, die Embryonen vorher in conservirende Flüssigkeiten (Müller'sche Flüssigkeit, Holzessig) zu legen. Doch ist es nicht versäumt worden, die an diesen Präparaten gewonnenen Anschauungen nachträglich noch nach den frisch untersuchten Präparaten zu verificiren.

Zuerst untersuchte ich vorzugsweise die feinen Sehnen der Extremitäten; erst später wurde ich darauf aufmerksam, dass das Centrum tendineum von Säugethieren, dessen Serosae sich sehr leicht abstreifen lassen, platte und parallele Sehnenstränge darbietet, so zart und so bequem zu untersuchen, dass dieses Object vor den drehrunden Sehnen der Extremitäten weitaus den Vorzug verdient. Ich habe es daher für das Beste gehalten, an dem Centrum tendineum allein den Bau der embryonalen Sehne zu entwickeln und demgemäss die Zeichnungen, zu deren Erläuterungen ich jetzt schreite, nur nach Präparaten vom Centrum tendineum angefertigt.

Ein isolirter Sehnenstrang gewährt das schöne regelmässige Bild, welches ich in Fig. 1 wiedergegeben habe. Die noch nicht sehr breiten, streng parallel verlaufenden Bindegewebsfibrillenbündel sind von einander getrennt durch etwa drei- bis vierfach so feine dunklere granulirte Streifen, die sich mit essigsaurer Carminlösung intensiv roth färben. Bei genauerer Untersuchung bemerkt man, dass diese Streifen nicht continuirlich sind, sondern aus einer Aufeinanderfolge einzelner Abschnitte bestehen, welche durch kleine Zwischenräume von einander getrennt sind. An den Rändern des Präparats erkennt man deutlich, dass diese Abschnitte von ziemlich bestimmter Länge, welche die granulirten Streifen zusammensetzen, die optischen Durchschnitte von platten, granulirten Zellen darstellen, welche in derartig regelmässiger Anordnung zwischen den Fibrillenbündeln der embryonalen Sehne lagern.

Ein Blick auf die nun folgenden Präparate (Figg. 2—4) ergiebt etwa folgende Anschauung über das Verhältniss der Zellen zu den Fibrillenbündeln in der embryonalen Sehne: die einzelnen Fibrillen-

bündel sind von einander getrennt durch Stränge abgeplatteter Zellen von rechteckiger oder rhomboidaler Gestalt, welche die einzelnen Fibrillenbündel wenigstens theilweise mitunter nur zur Hälfte mitunter (besonders in jüngeren Stadien) auch mehr umscheiden. Im Allgemeinen ist eine sehr grosse Regelmässigkeit in der Anordnung dieser Zellen festgehalten, indem die mit in ihren Enden sich fast berührenden Zellen eines einzelnen derartigen Streifens continuirlich und in ganz gleicher Richtung aneinander gereiht sind. Doch scheinen auch Ausnahmen von dieser Regelmässigkeit nicht selten vorzukommen (vgl. Fig. 2, a, wo eine derartige Zelle ausnahmsweise einmal zwei Fibrillenbündeln statt einem einzigen aufliegt). Es liegen also die einzelnen mehr oder weniger cylindrischen Fibrillenbündel in Halbscheiden, die aus meist sehr regelmässig angeordneten Zellenplatten zusammengesetzt sind. Die einzelnen Platten und mithin die aus ihnen zusammengesetzten Halbscheiden haften den Fibrillenbündeln zum Theil sehr fest an und wenn, wie es bei Zerzupfungspräparaten, die man von dem in Holzessig conservirten Centrum tendineum anfertigt, häufig zu geschehen pflegt, einzelne Zellen von den Fibrillenbündeln abfallen, so bleibt fast stets eine feine körnige Zeichnung auf der Oberfläche dieser Bündel zurück (Fig. 3), als ein Ausdruck des innigen Zusammenhanges und der festen Verklebung, welche zwischen dem Fibrillenbündel und der Zellenscheide herrschte.

In dem Zerzupfungspräparat, welches in Fig. 4 wiedergegeben ist, sieht man die einzelnen Fibrillenbündel mit ihren Zellen in den verschiedensten Verhältnissen: einzelne sind noch fast vollständig von den Zellen umscheidet, bei andern haben sich die Zellen theilweise abgeblättert und erscheinen nicht mehr als schmale Kanten, sondern als breitere Platten, von andern Fibrillenbündeln endlich ist der grösste Theil der die Scheiden zusammensetzenden Zellen schon abgefallen und erscheinen die Bündel auf längere Strecken schon ganz nackt. Dies Präparat rührt übrigens, wie aus der relativ beträchtlich grösseren Feinheit der Fibrillenbündel deutlich zu entnehmen ist, von einem bedeutend jüngeren Embryo her, wie der Fig. 1 gezeichnete Sehnenstreif.

Jedesmal wenn man Zerzupfungspräparate, wie das eben beschriebene (Fig. 4) anfertigt, erhält man eine Menge einzelner von den Fibrillenbündeln abgelöster Zellen, von denen Fig. 5 eine kleine Anzahl wiedergiebt. In der Beschreibung ist von denselben nicht

allzuviel zu sagen. Sie sind platt, rechteckig und rhomboidisch. Wie ihr Verhalten zu den verschiedenen conservirenden und färbenden Flüssigkeiten ergiebt (sie nehmen den Carmin sehr begierig auf und erhalten nach längerem Verweilen in Holzessig eine sehr satte gelbbraune Färbung, während die Fibrillenbündel selbst höchstens nur einen leichten Stich ins Gelbliche zeigen), bestehen sie aus einem grobkörnigen Protoplasma. Ein Kern ist an Holzessigpräparaten nicht immer, dagegen wenn sie in Kali bichromicum gelegen haben, fast stets wahrzunehmen. Was diese Zellen aber auf das entschiedenste characterisirt ist der Besitz einer glänzenden dunkelgranulirten Rippe oder Kante, einer Art von First, welche entweder in der Mitte der Zelle oder an einer der Längsseiten, aber stets dem grössten Längendurchmesser der rechteckigen oder rhomboidischen Zelle, mithin auch der Längsrichtung der Fibrillenbündel parallel und durch die ganze Länge der Zelle verläuft. Dieser dunkle, glänzende Längsstreifen ist stets in der Substanz der Zellen selbst gelegen. Ich nenne dieses eigenthümliche Gebilde, welches sich ohne Mühe in allen Zellen demonstriren lässt, den elastischen Streifen, eine Bezeichnung, welche die Bedeutung, die derselbe in der erwachsenen Sehne erlangt, wie wir sehen werden, hinlänglich rechtfertigen wird.

Die Richtigkeit dieser aus dem Studium von Längsschnitten und Zerzupfungspräparaten geschöpften Vorstellung vom Verhältniss der Zellenreihen zu den Fibrillenbündeln wird bestätigt durch die Bilder, welche künstliche Querschnitte embryonaler Sehnen gewähren. Dieselben sind recht mühsam anzufertigen: die beste Methode ist, die ganze Extremität in Glycerinleim einzubetten und so die Schnitte zu führen. Im Allgemeinen finde ich die Beschreibung und Abbildung, welche Langhans[1]) vom Querschnitt der embryonalen Sehne giebt, durchaus bestätigt.

So weit die klaren und einfachen Verhältnisse, die in der embryonalen Sehne in jenem bestimmten Stadium, das ich der Darstellung zu Grunde gelegt habe, vorliegen. Indem ich nun dazu übergehe, den Bau der erwachsenen Sehne darzustellen, so wie meine Untersuchungen ihn mich kennen gelehrt haben, halte ich es

---

1) Beiträge zur Histiologie des Sehnengewebes im normalen und pathologischen Zustande. Würzburger Naturw. Zeitschrift. 1864. V. S. 86. Taf. III. Fig. 8.

für nöthig, im Voraus für die Mängel der Darstellung um Entschuldigung zu bitten, die wohl zu erkennen aber nicht zu vermeiden in meiner Macht steht. Das anatomische Object hat sich mir im Laufe meiner Untersuchungen als ein so eigenthümlich verwickeltes herausgestellt, dass ein grosser Theil der Schwierigkeiten, welche sich zuerst der Erlangung einer richtigen Erkenntniss entgegenstellten, jetzt noch eine einheitliche Darstellung des Erkannten in unbequemster Weise erschwert. Einmal sind die Sehnen verschiedener Thiere, verschiedener Körpertheile, verschiedener Altersclassen oft im höchsten Grade von einander different, dass eine Darstellung, welche allen diesen Verschiedenheiten gerecht werden wollte, nothwendig jeder scharfen Zeichnung und bestimmten Färbung entbehren müsste. Ich werde daher der Darstellung ein möglichst bestimmtes Bild zu Grunde legen und wähle dazu das in der That im höchsten Grade geeignete Untersuchungsobject, welches Ranvier uns kennen gelehrt hat: die feinen Sehnen, welche sich in dem Schwanz der Nagethiere befinden. Von diesen habe ich besonders Kaninchen und Ratten untersucht und empfehle junge oder doch eben erst ausgewachsene Thiere zur Anstellung dieser Untersuchungen zu nehmen. Ich spanne den hart am Leibe abgeschnittenen enthäuteten frischen Schwanz mit dem spitzen Ende fest in einen Schraubstock ein und reisse von dem freien dickeren Ende Wirbel für Wirbel, die ich in einer Zange gepackt, mit einem kräftigen Ruck ab. An jedem so abgetrennten Wirbel bleiben gewöhnlich 2—3 weisse silberglänzende, oft mehrere Centimeter lange äusserst feine Fäden hängen, feinste Sehnen, die ohne jede weitere Präparation sofort auf den Objectträger des Mikroskopes gebracht und in toto mit den stärksten Vergrösserungen untersucht werden können. Diese Sehnen sind es zunächst allein, die der hier gegebenen Darstellung zu Grunde liegen. Fast völlig übereinstimmend verhalten sich übrigens auch noch die Fingersehnen des Frosches.

Aber selbst so auf ein einzelnes möglichst bestimmtes Object eingeschränkt, bietet die Darstellung noch ungewöhnliche Schwierigkeiten, die es fast unmöglich machen, den Bau der Sehne methodisch zu entwickeln. Die Anwesenheit eines sehr complicirten elastischen Systems in den Sehnen, welches bald als aus Zellen, bald aus Fasern, bald aus platten Bändern und Scheiden zusammengesetzt erscheint, bedingt je nach seinem verschiedenen Anspannungszustande die verschiedensten und, wie es scheint, widersprechendsten Bilder.

Nur der, vor dessen geistigem Auge die ganze endlose Reihe der tausendfach modificirten Zustände und Bilder steht, die auch zwischen den widersprechendsten Formen der Erscheinung den logisch geschlossenen Uebergang vermitteln, vermag sich von jeder Einzelheit die volle Rechenschaft zu geben. Es ist aber klar, dass in der Darstellung, die aus der unendlichen Fülle dieser Formenreihe auch nur eine ganz beschränkte Anzahl characteristischer Bilder in Schrift und Zeichnung wiedergeben kann, Lücken bleiben müssen, um so störender und empfindlicher für den Darsteller, je tiefer und eindringender seine Kenntniss der Abschnitte der Kette ist, die diese mehr oder weniger willkürlich herausgerissenen einzelnen Glieder mit einander verbinden. Diese Nothwendigkeit, die Fülle der einzelnen Anschauungen in so karge Formen hineingiessen zu müssen, wird nur zu leicht dazu führen, anstatt einer concreten Darstellung ein abstractes Schema zu geben.

Ranvier ist der erste gewesen, der die enormen Differenzen, welche die Bilder der gespannten und der contrahirten Sehne gewähren, unterscheiden und methodisch auseinanderhalten gelehrt hat. Seine (auch von mir geübte und als vorzüglich befundene) Methode besteht darin, die frischen feinen Sehnen auf dem Objectträger auszuspannen und die beiden Enden derselben mit Siegellack (ich bediene mich zu diesem Zweck einer gleichtheiligen Mischung von Wachs und Asphalt, welche ich mit einem heissen Draht auftrage) zu fixiren und dann erst die essigsaure Carminlösung, die sonst unfehlbar die Sehne aufquellen und zusammenschnurren machen würde, einwirken zu lassen [1]).

Ist die Sehne ganz straff angespannt gewesen, so sieht man, nachdem die Carminlösung längere Zeit eingewirkt hat, ein Bild, wie es in Fig. 6 dargestellt ist. Die Sehne scheint zusammenge-

1) Die Bereitung der Carminlösung geschah stets nach der von Schweigger-Seidel (Leipziger physiolog. Arbeiten 1868. Im Anhange zu der Abhandlung von E. Cyon, Ueber die Nerven der Peritoneum) angegebenen Methode. Nach den erschöpfenden Aufschlüssen, die Heidenhain (M. Schultze's Archiv VI. 402) und Rollet (Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz 1871. S. 156) über die eigenthümlichen Verschiedenheiten der Carmintinction, je nachdem der Farbstoff in essigsaurer oder in ammoniakalischer Lösung sich befindet, gegeben haben, kann ich darauf verzichten, eine im gleichen Sinne schon früher von mir zur Aufklärung dieser Verhältnisse angestellte Untersuchungsreihe zu publiciren, da dieselbe nunmehr nichts Neues mehr bieten dürfte.

setzt aus völlig parallelen Bindegewebsbündeln von nahezu gleicher Breite, die keine fibrilläre Structur mehr, sondern ein ganz homogenes Aussehen zeigen. Die einzelnen Bindegewebsbündel erscheinen von einander getrennt durch absolut gerade verlaufende feine scharfe glänzende Linien, welche den Carmin schnell und ziemlich intensiv aufnehmen. Fast alle diese Linien erscheinen bei genauerer Betrachtung aus Abschnitten von annähernd gleicher Länge zusammengesetzt, zwischen denen jedoch nur äusserst feine Zwischenräume übrig bleiben. Die Breite dieser aus einzelnen Abschnitten zusammengesetzten glänzenden Linien ist, wenn die Sehne auf das straffste angespannt war, bei Hartnack IX, 2 eine noch eben messbare. Ich kenne in der ganzen Literatur nur eine einzige von Thierfelder[1]) gegebene Abbildung, welche den Längsschnitt einer derartig straff angespannten Sehne in charakteristischer Weise wiedergiebt. Hat man Sorge getragen, dass beim Fixiren der Sehnenendpunkte die Sehne nicht bis zur absoluten Straffheit angezogen wurde, sondern dass derselben ein gewisser wenn auch sehr kleiner Spielraum blieb, sich in etwas zusammenzuziehen, sobald die essigsaure Carminlösung hinzugesetzt wurde, so erhält man schon etwas andere Bilder, die ungefähr dem Präparate entsprechen, welches Ranvier in Fig. 1 A seiner Abhandlung wiedergegeben hat und welches ich in Fig. 7 darstelle. Die Bindegewebsfibrillenbündel erscheinen etwas breiter, wie in Fig. 6 die dunklen glänzenden Linien, welche die einzelnen Bündel von einander trennen, verlaufen nicht mehr als so absolut geradlinige Parallelen, sondern zeigen nicht selten schon einen etwas geschwungenen, leicht geschlängelten Verlauf. Sie sind schon von messbarer Breite und lassen bereits stets ganz deutlich ihre Zusammensetzung aus einzelnen Abschnitten erkennen.

Ist der Spielraum, der der Zusammenziehung der Sehne gewährt wurde, ein etwas grösserer gewesen, so erscheint das Bild wieder als ein anderes. Die Bindegewebsbündel sind breiter, die sie trennenden dunkeln Linien schon zu recht breiten carmingefärbten Streifen geworden, deren Verlauf jetzt fast durchgehends eine ziemlich ausgesprochene Schlängelung zeigt. Mit Leichtigkeit erkennt man jetzt, wie sich ein jeder dieser Streifen aus einer Reihe gleichlanger zarter Platten zusammensetzt, in deren Centrum ein intensiv carmingefärbter längerer oder kürzerer, schmälerer oder dickerer, im

1) De regeneratione tendinum. Dissertatio histiologica. Meissen 1852. Fig. 147.

Allgemeinen stäbchenförmiger Streifen deutlich sichtbar ist, während der übrige Theil der Platten eine beträchtlich mattere Carminfärbung zeigt (Fig. 8).

Je mehr sich nun die Sehne unter dem Einfluss der essigsauren Carminlösung zusammengezogen hat, desto mehr enthüllt sich dem Beobachter eine wahrhaft endlose Reihe von Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten der Gestalt, welche diese aus Plättchen zusammengesetzten, so lebhaft carmintingirten Streifen zeigen. Ich gebe Fig. 9—18 eine Reihe characteristischer Formen durch die Zeichnung wieder, ohne jedoch nur im entferntesten damit den Anspruch zu machen, eine auch nur einigermassen erschöpfende Darstellung der merkwürdigsten und interessantesten hier vorkommenden Bilder gegeben zu haben. Bald erscheinen diese Platten als einfach quadratische oder rechteckige Zellen, die mit grosser Regelmässigkeit über einander geschichtet sind, bald sind sie schmaler, von unregelmässiger Gestalt, besitzen Fortsätze, laufen in Fasern aus u. s. w. In den alleräussersten Graden der Zusammenziehung der Sehne derangiren sich die Reihen und an die Stelle der regelmässig angeordneten und rechteckigen Zellplatten treten unregelmässig vertheilte bizarr gestaltete Körper, so verdreht und verschraubt, dass nur derjenige, welcher die vorherigen Grade der Zusammenziehung der Sehne studirt hat, in ihnen die aufs höchste verunstalteten Zellplatten wiederzuerkennen vermag. Diese Bilder sind die Originalien zu den Darstellungen der Bindegewebskörperchen, wie sie von Virchow und seinen Schülern gegeben worden sind. Fast alle besitzen einen deutlichen runden Kern, der sich doch gewöhnlich nur schwach mit Carmin imbibirt. Fast stets liegt derselbe an dem einen Ende der Zelle und fast ebenso constant findet sich das Verhältniss, dass die Kerne in zweien aneinanderstossenden Zellen auch in den aneinanderstossenden Ecken der Zellen liegen.

Mehr noch wie der Kern in die Augen springend ist an diesen Zellen ein Formelement, dessen Fehlen (wie in Figg. 13, 14) zu den grössten Seltenheiten gehört. Es ist dies das eigenthümliche Gebilde, welches ich schon an den Zellen der embryonalen Sehne als ein fast mit absoluter Regelmässigkeit vorkommendes nachgewiesen und den Erfahrungen, die erst an der erwachsenen Sehne zn machen waren, vorgreifend, den elastischen Streifen genannt habe. Fast jede einzelne der in den Sehnen vorkommenden Zellenplatten besitzt neben dem Kern eine besonders differenzirte Stelle, welche vor allem da-

durch ausgezeichnet ist, dass sie sich in essigsaurer Carminlösung um vieles lebhafter tingirt wie irgend ein anderer Theil der Zelle. Stets ohne jede Ausnahme ist dieser elastische Streifen parallel der Längsaxe der Sehne und folglich auch parallel der Längsaxe der Zellplatten gerichtet. In der Regel hat er die Form eines Stäbchens, welches auf oder über dem Kern ziemlich regelmässig in der Mitte der Zellplatte gelegen ist. Doch können, wie schon ein flüchtiger Blick auf die mitgetheilten Abbildungen lehrt, alle möglichen Verschiedenheiten in Bezug auf Stärke, Ausbildung, Lage und Form des Streifens vorkommen. So kann derselbe bald als ein von der umgebenden Zellsubstanz ganz scharf geschiedenes Gebilde auftreten, bald an seinen Seitenrändern ganz allmälig in die Zellsubstanz übergehen, bald ganz an einem Längsrande der Zelle liegen, bald durch zwei Streifen oder Falten, die an beiden Längsrändern der Zelle auftreten, repräsentirt werden, bald in mehreren geschlängelten Falten an einem Längsrande der Zelle verlaufen oder noch wieder in anderer Gestalt sich darstellen. Ich verzichte darauf, mich in die Schilderung der verschiedenen Formen dieses im wahrsten Sinne des Wortes proteischen Gebildes noch weiter zu vertiefen. Bin ich doch überzeugt, dass es jedem einzelnen Nachuntersucher ein Leichtes sein wird, selbst die vollständigste Uebersicht der characteristischen Erscheinungsformen dieses interessanten Gebildes, die ich augenblicklich zu geben vermöchte, mit Leichtigkeit um das doppelte und dreifache zu vermehren. Denn die Dimensionen und Formen des elastischen Streifens werden im Wesentlichen durch die verschiedenen Anspannungs- und Contractions-Zustände der Sehne bestimmt und der Stufenleiter dieser verschiedenen Grade werden auch stets verschiedene Formen und Contractionszustände des elastischen Streifens entsprechen. Ich werde daher die Aufzählung der verschiedenen von mir beobachteten Formen des elastischen Streifens unterlassen und nur noch zweier Eigenthümlichkeiten desselben gedenken, die mir für die Erkenntniss seiner Eigenschaften und Functionen wichtig erscheinen.

In sehr stark zusammengezogenen Sehnen, wo der Längsdurchmesser der Zellplatten und des elastischen Streifens ein sehr kleiner ist, erscheint der letztere gewöhnlich in sehr characteristischer Weise geschrumpft und zeigt eine sehr regelmässige auf seiner Längsaxe senkrechte sehr eng gestellte Querstreifung, welche an die Querstreifung eines zusammengeschnurrten Gummibandes oder

einer Spiralfeder erinnert (Fig. 13, 19). Ich constatire dies hier vorläufig, um später noch darauf zurückzukommen.

Eine zweite merkwürdige Thatsache, die sich an den elastischen Streifen beobachten lässt ist die, dass, obwohl zwischen den aneinanderstossenden Streifen benachbarter Zellen eine wirkliche Continuität sich nur höchst selten nachweisen lässt, z. B. Fig. 8, 10, 12, 17, doch insofern eine Art von Continuität zwischen den verschiedenen Streifen hergestellt erscheint, als die Richtungen derselben meist mit grosser Regelmässigkeit (wenn etwa nicht durch ein zu plötzliches Zusammenschnurren der Sehne eine vollständige Verwerfung und Dislocation der aneinanderstossenden Zellplatten stattgefunden hat) in einer Axe zu liegen und in ein und derselben gemeinsamen Direction zu verlaufen scheinen. Auch die Deutung dieses Factums muss ich mir vorderhand noch vorbehalten.

Der erste, welcher diese Zellenplatten gesehen und beschrieben hat, ist Henle, welcher in seiner Kritik der Virchow'schen Bindegewebslehre [1]) dieselben als in Reihen gestellte, kernlose Schüppchen beschreibt. Leider ist in einer späteren, noch ausführlicheren und mit Abbildungen versehenen Kritik [2]) eine Abbildung dieser Körperchen nicht gegeben worden und eine frühere Abbildung derselben [3]) wird später von Henle selber direct desavouirt [4]). Wenn auch Henle's Darstellung von einer Reihe vorurtheilsfreier Forscher, Kölliker [5]), Langhans, Grussendorf, Lessing, Lieberkühn, Baur [6]), Hoyer [7]) und Rollet im Allgemeinen bestätigt wurde, so schwebt doch gerade über der bildlichen Darstellung dieser Zellenplatten ein eigenthümlicher Unstern. Aus Concession gegen eine Vorstellung, die einer vorurtheilsfreien Prüfung nur als ein histiologischer Aberglaube erscheinen kann, nämlich die Vorstellung von der Spindelform der Bindegewebskörperchen, sind

---

1) Canstatt's Jahresber. f. 1851 S. 24.

2) Henle und Meissner, Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre 1858. S. 53.

3) Henle, Allgemeine Anatomie. Taf. II, Fig. 6.

4) Henle und Meissner, Jahresbericht für 1860, S. 70.

5) Neue Untersuchungen über die Entwickelung des Bindegewebes. Würzburg 1861. S. 22.

6) Die Entwickelung der Bindesubstanz. Tübingen 1858. S. 23.

7) Ein Beitrag zur Histologie bindegewebiger Gebilde. Arch. f. Anat. und Physiol. 1865. S. 240.

aus den Sehnen gewöhnlich nur diejenigen Zellplatten abgebildet worden, welche eine grössere oder geringere Aehnlichkeit mit der Spindelform zeigten. So sind die Zellen, welche Thierfelder[1]), Grussendorf[2]), Langhans[3]) und Rollet[4]) abbilden, nur als ausnahmsweise, keineswegs jedoch als regelmässige Formen zu betrachten. Die besten Abbildungen, die ich kenne, sind die von Lieberkühn[5]) und vor allem die von Lessing[6]), die vielleicht deshalb weniger beobachtet wurden, weil sie den manche histiologische Eigenthümlichkeiten bietenden verknöchernden Sehnen der Vögel entnommen worden sind. Ranvier gebührt das Verdienst die ersten wirklich objectiven Darstellungen dieser Zellenplatten auch von den Säugethieren geliefert und auf den eigenthümlichen Irrthum aufmerksam gemacht zu haben, in welchem man sich über die Form der in den Sehnen enthaltenen zelligen Elemente befand. Bemerkenswerth ist übrigens, dass Ranvier, der ausdrücklich im Gegensatz zu Henle den Zellenplatten Kerne zuschreibt, in seinen Figuren nicht die Kerne sondern die elastischen Streifen, die er für Kerne hält, abbildet. Nach Ranvier und angeregt durch ihn liegt noch eine mit diesen Zellenplatten sich beschäftigende kurze Mittheilung von Güterbock[7]) vor, die etwas frühreife Frucht ungenügender Untersuchungen, die eine sachgemässe Kritik weder vertragen noch überhaupt verdienen.

Ranvier's Darstellung gipfelt in der Anschauung, dass jede

---

1) De regeneratione tendinum. Figg. 150, 152, 156—158.

2) Ueber die spindelförmigen Körperchen des Bindegewebes. Zeitschr. f. rat. Med. 3te Reihe XXVI, 186. Taf. V. 1866.

3) Beiträge zur Histiologie des Sehnengewebes im normalen und pathologischen Zustande. Würzburger naturw. Zeitschr. V, 86. 1864. Taf. III, Figg. 3, 4. Nur in Fig. 5 sind aus der Sehne eines Kätzchens characteristische Zellenplatten wiedergegeben.

4) Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes. Wiener acad. Sitzungsber. 1858. XXX. Fig. 10 und 11. — Stricker, Lehre von den Geweben. S. 52.

5) Ueber die Ossification. Arch. f. Anatom. und Physiol. 1860. Taf. XX, Fig. 2.

6) Zur Histologie der Bindegewebsknochen. Zeitschrift für rat. Med. 3te Reihe XII, S. 314. Taf. VIII, Figg. 4, 6. 1861.

7) Zur Lehre von den Bindegewebskörperchen in den Sehnen. Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1870. S. 33. — Untersuchungen über Sehnenentzündung. Wiener med. Jahrbücher red. v. S. Stricker. I, 1871. Taf. I. Figg. I, II, IV.

einzelne dieser Zellenplatten zu einem Hohlcylinder zusammengerollt und mit ihren Nachbarn fest verlöthet sei, so dass durch diese nach Art von Drainröhren aneindergereihten Hohlcylinder feine lange Röhren gebildet würden, welche in der Axe der Sehne zwischen den einzelnen Fibrillenbündeln verliefen und etwa Canäle für die Circulation plasmatischer Flüssigkeit darstellten. Ich halte diese Annahme für nicht richtig und zwar aus folgenden Gründen:

1) Die Untersuchung embryonaler Sehnen hat auf das zweifelloseste ergeben, dass diese Zellenplatten die Fibrillenbündel selber umscheiden; es ist sehr schwer, sich vorzustellen, wie aus einer derartigen Anordnung dieser Zellen das Zusammenrollen derselben zu Hohlcylindern, was Ranvier voraussetzt, hervorgehen sollte.

2) Injectionsversuche liefern nicht nur keinerlei Beweise für die Richtigkeit der Ranvier'schen Vorstellung, sondern sie führen vielmehr zu Anschauungen, welche der Ranvier'schen Lehre direct widersprechen. Versuche, die plasmatischen Canäle der Sehnen per Einstich zu injiciren, blieben resultatlos. Dagegen füllt die zuerst von v. Wittich[1]), später von Foerster[2]) geübte Methode, einen frisch angelegten Sehnenquerschnitt in eine färbende Flüssigkeit zu tauchen (Indigoküpe v. Wittich, Carminlösung Foerster, ich) und dieselbe so in den capillaren Räumen aufsteigen zu lassen, in den Sehnen Hohlräume, die in der Längsansicht der Sehne allerdings auch zwischen den einzelnen Fibrillenbündeln verlaufen, aber viel zu unregelmässig sind, um den Ranvier'schen Canälen entsprechen zu können und die auf dem Sehnenquerschnitt als unregelmässig sternförmige Lücken und nicht rund erscheinen, was sie, wenn Ranvier's Vorstellung die richtige wäre, doch thun müssen. Ganz übereinstimmende Bilder erhielt Krause[3]) durch die Einstichinjection frischer Sehnen mittelst blauer Leimmasse und v. Recklinghausen[4]) durch die Silberimprägnation.

3) Ferner sprechen gegen Ranvier diejenigen Bilder, welche die sogenannten Donders'schen Bänder gewähren, von denen ich in Fig. 20, a. b. zwei mitgetheilt habe. Donders[5]) entdeckte, dass

1) Bindegewebs-, Fett- und Pigmentzellen. Virchow's Archiv IX, S. 193. 1866.

2) Beiträge zur pathologischen Anatomie und Histologie. Virchow's Archiv XII, S. 199. Taf. VIII, Fig. 1. 1857.

3) Göttinger Anzeigen 1864. S. 1097.

4) Die Lymphgefässe u. ihre Beziehung zum Bindegewebe. 1862. S. 52.

5) Mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen thierischer Ge-

wenn man einen mikroskopischen Querschnitt einer getrockneten oder auch frischen Sehne mit Essigsäure behandelt, alsdann derselbe in eine Anzahl platter Bänder zu zerfallen scheint, von deren eigenthümlichem Aussehen die von mir mitgetheilten Abbildungen eine Vorstellung geben. Die Breite dieser Bänder entspricht der Dicke des Durchschnitts. In regelmässigen Abständen und senkrecht auf ihrer Längsaxe werden diese Bänder durchzogen von schmalen in Carmin sich lebhaft roth tingirenden Streifen, deren jeder einzelner sich aus einer geringen Anzahl durch die Essigsäure meist sehr veränderter und geschrumpfter Zellplatten zusammensetzt. Zwischen je zwei dieser kurzen Streifen und ihrer Längsrichtung gleichfalls parallel verlaufen gewöhnlich 2—3 feine elastische Fasern. Donders selbst und nach ihm Gerlach [1]) nahmen an, dass der ganze Sehnenquerschnitt unter dem Einfluss der Essigsäure in diese Bänder sich zerlege, und schlossen weiter, dass in den Sehnen stets bestimmte Gruppen von Bindegewebsbündeln besonders innig verlöthet seien, welche sich unter dem Einfluss der Essigsäure zu diesen Bändern ausrollen sollten. Kölliker [2]) und Béla Machik [3]) erklärten sie für die umgerollten Ränder von Querschnitten. Die Wahrheit ist, dass wenn auch die meisten Donders'schen Bänder in der That nur umgeschlagene Ränder von Querschnitten vorstellen, doch auch aus der Mitte des Sehnenquerschnitts einzelne Fibrillenbündelgruppen zu diesen Rändern umschlagen können. Jedenfalls stellen diese Bänder sehr kurze (denn ihre Länge kann ja die Dicke des Querschnittes nicht übertreffen) und ausserordentlich dünne Längsschnitte von Sehnen dar, die häufig nur eine einzige Längsreihe von Fibrillenbündeln begreifen. Niemals ist aber an derartigen Bildern etwas zu sehen, was für die Richtigkeit der Ansicht Ranvier's spräche.

4) Nach der Anschauung von Ranvier genügt ein Druck auf das Deckgläschen oder eine ähnliche Manipulation, um die Hohlcylinder zu öffnen und die Zellenplatten als solche zum Vorschein

---

webe. Holländische Beiträge herausgegeben von van Deen, Donders und Moleschott. I, S. 258. 1847.

1) Handbuch der Gewebelehre. Mainz 1850. S. 110. Fig. 42.

2) Histologische Beiträge. 4) Ueber Bindegewebs- und Muskelfibrillen. Zeitschr. f. wiss. Zool. II, S. 281. 1850. Mikroskopische Anatomie S. 215.

3) Beiträge zur Kenntniss des Sehnengewebes. Wiener acad. Sitzungsber. Bd. XXXIV, S. 91. 1858.

zu bringen. Wäre dies richtig, so müssten neben einander in ein und demselben Präparat doch auch nicht selten Reihen geschlossener Hohlcylinder neben halb und ganz geöffneten vorkommen; ferner müssten die geschlossenen und die auseinandergeklappten Hohlcylinder auch von gleicher Höhe sein. Dies ist aber, wie auch schon die Abbildungen Ranvier's selbst ergeben, nicht der Fall; vielmehr erscheinen die aufgeklappten Cylinder — um die Ranvier'sche Terminologie zu gebrauchen — stets niedriger, wie die geschlossenen. Für diese Thatsache bleibt die Ranvier'sche Anschauung die Erklärung schuldig.

Dieses letzte Factum, welches ich gegen die Ansicht Ranvier's geltend gemacht habe, beweist nicht so sehr direct und überzeugend gegen die Richtigkeit der Anschauung des letztgenannten Forschers als vielmehr für die derjenigen Anschauung, die ich mir nach langem, oft und vielfach irrendem Suchen über den Bau der Sehne gebildet habe und die ich um so mehr für die einzig richtige halte, als zahlreiche und oft sehr lockende Irrwege mich erst sehr mühsam und verspätet zu ihr gelangen liessen.

Ich finde, dass dieselbe Structur, dasselbe Verhältniss der Zellen zu den Bindegewebsfibrillenbündeln, welches ich in der embryonalen Sehne beschrieben habe, auch im Wesentlichen noch in der erwachsenen Sehne erhalten geblieben ist, allerdings mit höchst eigenthümlichen Modificationen. An Stelle der einfachen, stets unter den verschiedensten Verhältnissen sich gleich bleibenden Zellen mit grobkörnigem Protoplasma sind jetzt, nachdem sie im Leben den verschiedensten ziehenden, spannenden und dehnenden Kräften ausgesetzt gewesen, elastische Platten getreten, begabt mit dem erstaunlichsten Vermögen, unter den verschiedensten Verhältnissen der Anspannung oder Erschlaffung der Sehne, unter den verschiedensten Graden der Quellung der Bindegewebsbündel, dem Untersucher stets ein neues Bild und eine neue Form zu zeigen.

In dem Bilde der straff angespannten Sehne, welches ich in Fig. 6 wiedergegeben und oben besprochen habe, sind diese elastischen Zellenplatten bis zu dem äussersten Grade der Dehnung ausgezogen gewesen. Sie haben dabei, wie äusserst straff angezogene Gummibänder, nicht bloss äusserst dünn, sondern auch äusserst schmal werden müssen. In Folge dessen erscheinen sie im mikroskopischen Bilde in der That denn auch wenig breiter als Linien. Ein eigenthümliches Verhältniss bewirkt, dass diese äusserst geringe Breite

in dem mikroskopischen Bilde von Sehnen, die einer äusserst starken Anspannung ausgesetzt wurden, noch um vieles schmäler erscheint, als sie in der That schon ist. Ich habe oben erwähnt, dass an den zusammengezogenen Platten neben dem intensiv carmingefärbten Streifen die Substanz der Platten selbst doch nur blassroth gefärbt erscheint. Diese an den zusammengezogenen Platten selbst nur blasse Färbung kommt an den übermässig ausgedehnten Platten gar nicht mehr zur Erscheinung, und so sind in der That die reihenweise angeordneten schmalen stabförmigen Körper zwischen den Fibrillenbündeln der Sehne in den Fällen sehr straffer Anspannung der Sehne öfter die optischen Ausdrücke der elastischen Streifen als die der ganzen Zellplatten selbst.

Ist die Spannung der Sehne eine weniger starke gewesen, so sind die Zellplatten contrahirt (ich bemerke, dass ich den Ausdruck „contrahirt" in diesem Falle nur zur Bezeichnung des mikroskopischen Bildes und ohne jedes physiologische Präjudiz gebrauche); ihr Längendurchmesser ist in demselben Verhältniss verkleinert, als ihr Breitendurchmesser zunimmt. Am kleinsten ist der Längendurchmesser in jenen äussersten Graden der Contraction der Zellplatten, wo der elastische Streifen deutlich quergestreift erscheint. Es ist oben schon darauf hingewiesen, dass dieser Umstand aus der Ranvier'schen Theorie nicht erklärt werden kann. Ebenso ist es mit der anderen Thatsache, auf welche ich gleichzeitig hinwies, dass nämlich niemals in ein und demselben Präparat neben einander schmale und breite Platten oder, um in der Ranvier'schen Terminologie zu reden, geschlossene und offene Hohlcylinder vorkommen. Dies ist sehr wohl zu begreifen, wenn man bedenkt, dass in ein und demselben Sehnenabschnitt, unter gleichen Verhältnissen der Spannung und der Quellung der Bündel auch die im allgemeinen gleichartigen benachbarten elastischen Platten nicht gut anders wie dieselben Contractionszustände zeigen können, ist aber nicht gut zu verstehen, wenn man annimmt, dass eine einfache mechanische Manipulation so unvollkommen wie ein Druck auf das Deckgläschen mit einem Male sämmtliche Hohlcylinder aufklappen soll, ohne dass ein einziger oder eine einzige solche Cylinderreihe dabei geschlossen geblieben wäre. Die sehr häufigen Bilder endlich, welche Ranvier in seiner Fig. 2, b. c. abbildet und als „tubes entr'ouverts und tubes presque complétement ouverts" gedeutet wissen will, erklären sich einfacher, wenn man sich vergegenwärtigt, dass diese Zellenreihen

zwischen den Fibrillenbündeln eben in allen möglichen Ebenen liegen und man ebenso oft erwarten muss, ganze, halbe und viertel Profilansichten dieser Platten, wie Flächenansichten zu erhalten. Es liegt also auch hiernach kein Grund vor, anzunehmen, dass das oben geschilderte klare und einfache Verhältniss der Zellen zu den Fibrillenbündeln der embryonalen Sehne in der erwachsenen irgend eine wesentliche Aenderung erfahren habe: auch hier noch liegen diese Zellenreihen der Oberfläche der einzelnen Fibrillenbündel auf.

Ich komme nun zu demjenigen Punkte der Anatomie der Sehne, dessen Erforschung sowohl wie Darstellung entschieden die erheblichsten Schwierigkeiten bietet, zu der wichtigen Frage nämlich, ob und inwiefern den Fibrillenbündeln der Sehne eine Scheide zukomme oder nicht. Ich übergehe die Ansichten der einzelnen Autoren, welche den Bindegewebsbündeln den Besitz elastischer Scheiden zugesprochen haben (Henle u. a.) und will nur voraus bemerken, dass es mir ebensowenig wie meinen Vorgängern gelungen ist, eine Scheide etwa durch Abheben von dem Fibrillenbündel objectiv zu demonstriren. Doch giebt es eine grosse Reihe von Thatsachen, die es sehr wahrscheinlich machen, dass den einzelnen Bindegewebsbündeln ausser den sie doch nur sehr theilweise bedeckenden Zellenplattenreihen noch eine besondere Scheide zukommt, welche die einzelnen Fibrillenbündel umhüllt und gegen einander abgrenzt. Vor allem sind es die Bilder, die der Sehnenquerschnitt gewährt, welche in hervorragender Weise für die Existenz derartiger Scheiden sprechen. Fig. 21 stellt das genau wiedergegebene Bild dar, welches die Querschnitte der feinen Sehnen aus dem Schwanz der Nagethiere darbieten. Das Präparat ist gleichfalls nach der vorzüglichen Methode Ranvier's angefertigt worden. Der ganze frische Schwanz wurde durch 24stündiges Einlegen in eine concentrirte Lösung von Pikrinsäure seiner Kalksalze beraubt und nun Querschnitte durch die ganze Dicke desselben geführt, welche darauf in essigsaurer Carminlösung tingirt wurden. Man sieht an derartigen Querschnitten von dunkeln sternförmigen Punkten, welche sich an den umgeschlagenen Rändern des Präparats (an den oben als Donders'sche Bänder besprochenen Bildern) als die optischen Querschnitte von 3—4 übereinanderliegenden Zellenplatten ergeben, schmale, gleichfalls tingirte Scheidewände ausgehen und eine mehr oder weniger vollständige Umscheidung und Abgränzung der einzelnen Querschnitte der Bindegewebsbündel gegen einander bewerkstelligen. Wie fast alle Autoren,

so schreibt auch Ranvier auf Grund dieses Bildes den Bindegewebsbündeln der Sehnen eine Scheide zu oder, wie er sich vielmehr vorsichtiger und auch strenger logisch ausdrückt, er nimmt eine anders geartete oberflächliche, dünne Schicht der Bindegewebsbündel an, der er die Fähigkeit zuschreibt, den Carmin lebhafter aufzunehmen und energischer festzuhalten, wodurch sie sich von der eigentlichen Hauptsubstanz der Bindegewebsbündel auszeichne. Da, wo diese Wände der Bindegewebsbündel auf dem Querschnitt sich zu sternförmigen Figuren zu verdicken scheinen, nimmt Ranvier vielmehr an, dass sie auseinanderweichen, um Platz zu machen für eine Reihe seiner Hohlcylinder, deren Querschnitte die Centra der sternförmigen Figuren vorstellen.

Während nach der Anschauung Ranvier's, wenn man dieselbe so consequent durchdachte, wie er es gethan hat, in der That keinerlei Beziehungen der Zellplatten zu diesen auf dem Querschnitt sichtbaren Scheiden denkbar waren, musste ich mir, der ich davon überzeugt war, dass die Zellplatten den Bindegewebsbündeln aufliegen und keineswegs etwa geschlossene Hohlcylinder darstellen, die Frage vorlegen, in welchem Verhältnisse die Zellplatten zu den Scheiden der Bindegewebsbündel ständen, ob sie histiologisch mit ihnen zusammenhingen oder ob sie etwas von denselben Getrenntes darstellten.

Zunächst musste mir auffallen, dass sehr oft, ja bei weitem in der Mehrzahl der Fälle die einzelnen Zellplatten durchaus nicht scharf contourirt und sehr häufig, namentlich an einer oder auch an beiden Seitenflächen ohne Grenze in das nebenliegende Gewebe überzugehen schienen. Die blassrosa Färbung der Zellplatten nahm so allmälig zu beiden Seiten des elastischen Streifens ab, dass es in der That nicht zu bestimmen war, wo die Grenze der Zellplatten sei. Besonders schwierig erwies sich dieses in jenen Fällen, die ich oben erwähnt habe, wo Zellplatte und elastischer Streifen so energisch contrahirt sind, dass eine deutliche, oft sehr regelmässige Querrunzelung auftritt: Fig. 19 stellt ein Präparat vor, wo zwei derartige Zellenplattenreihen eine sehr exquisite Querstreifung zeigen. Man erkennt in dem Bilde allerdings wohl den Ort der elastischen Streifen, sucht jedoch vergebens nach einer deutlichen Abgrenzung der Zellenplatten gegen einander nnd gegen das danebenliegende Gewebe, in welchem etliche gleichfalls sehr stark geschlängelte elastische Fasern verlaufen.

Hierher gehört noch eine andere Beobachtung, die ich gleichfalls schon oben zusammen mit der vorhergehenden erwähnt habe: Obwohl zwischen den aneinanderstossenden elastischen Streifen benachbarter Zellen eine wirkliche Continuität sich fast niemals nachweisen lässt, so erscheint doch insofern ein ähnliches Verhältniss zwischen den verschiedenen Streifen hergestellt, als die Richtungen derselben meist mit grosser Regelmässigkeit in einer Axe zu liegen und in ein und derselben gemeinsamen Direktion zu verlaufen scheinen. Ranvier hat, was ich bestätigen kann, eine durch Silberimprägnation sich schwarz färbende Kittsubstanz zwischen den Enden der aneinanderstossenden Zellenplatten nachgewiesen, welche, wie sich aus dieser Richtungscontinuität der Streifen ergibt, wohl eine ziemlich feste Verbindung herstellt.

Alle diese Thatsachen liessen es mir schon als nicht unwahrscheinlich vorkommen, dass die Zellenplatten selber Theile der elastischen Scheide der Bindegewebsbündel seien, dass auch hier in den Sehnen ein ähnliches, wenigstens ebenso schwierig zu definirendes Verhältniss zwischen den zelligen Elementen und der Substanz einer homogenen elastischen Haut, ein ähnlich allmäliges Uebergehen der einen in die andere vorliege, wie ich es für die Membrana propria der Drüsen[1]), Schwalbe[2]) für die den Perichorioidalraum begränzende elastische Haut nachgewiesen haben, Darstellungen, die bis jetzt nur Bestätigung, bei Niemanden aber Widerspruch fanden. Ich würde aber aus den alleinigen Befunden des Untersuchungsobjects, welches ich dieser Untersuchung zu Grunde gelegt habe, niemals die Kühnheit gewonnen haben, diese Ansicht auszusprechen, wenn mir nicht andere reichere Erfahrungen, an anderen Objecten gesammelt, zur Seite ständen. Untersucht man die Extremitätensehnen erwachsener Säugethiere oder Menschen, so wird man nur in seltenen Fällen Präparate der Zellenplatten gewinnen, die den endothelialen Character, den dieselben in den bis jetzt besprochenen Sehnen aus dem Schwanz des Kaninchens wenigstens annähernd zeigen, in irgendwie ausgesprochener Weise wiedergeben. Noch viel mehr wie in den Sehnen des Kaninchens vermisst man bei diesen Objecten die

---

1) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin. Hirschwald. 1869.

2) Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. Dieses Archiv VI. 16—18.

scharfe Contourirung der Zellen, die, nur in sehr geringem Maasse durch Carmin gefärbt in die Substanz der Scheide der Bündel überzugehen scheinen. Hiermit hängt es zusammen, wenn Lessing die Zellenplatten in vielen Sehnen und bei vielen Thieren gänzlich vermisste; z. B. in den Extremitätensehnen ganz ausgewachsener Kaninchen und Hunde finde ich die Zellplatten äusserst dürftig entwickelt, sehr lang, schmal und dünn; vom Carmin werden sie nur sehr blass gefärbt und oft finden sich längere Zwischenräume zwischen den Zellplatten ein und derselben Reihe, die nur durch eine einfache feine Linie, den optischen Querschnitt der Scheide des Bindegewebsbündels eingenommen werden. Diese einfache Linie geht an beiden Enden continuirlich in die Substanz der schmalen Platten über, ganz analog, wie Schwalbe die Zusammensetzung der elastischen Membran des Perichorioidalraumes schildert, welche an den Stellen, wo die ursprünglichen Zellen lagerten, nur noch eine eben merkliche Verdickung erfährt.

Sehr vielfach kann der Schwund der Zellenplatten in den erwachsenen Sehnen so weit gehen, dass dieselben auch im zusammengezogenen Zustande Bilder darbieten, die sich nicht von den Bildern unterscheiden, welche die Sehnen aus dem Schwanze des Kaninchens im Zustande äusserster Anspannung darbieten, wie ich ein solches Bild in Fig. 6 wiedergegeben habe. Zwischen den einzelnen Bindegewebsbündeln scheinen alsdann nur elastische Fasern zu verlaufen, die von Zeit zu Zeit eine deutliche spindelförmige Anschwellung zeigen, die nur derjenige als den spärlichen Rest einer Zellplatte erkennen wird, dem eine hinreichend ausgedehnte eigene Erfahrung in der Unzahl der sich hier darbietenden Formen zu Gebote steht.

Mehr wie irgendwo anders ist dies System der geschlossenen elastischen Scheiden um die einzelnen Bindegewebsbündel ausgebildet in den später verknöchernden Sehnen der unteren Extremität der Vögel. Hier hat Lieberkühn, indem er durch starke Salpetersäure die Fibrillen des Bindegewebes zur Auflösung brachte, ein ganz vollständiges elastisches Gerüste, in dessen röhrenförmigen Hohlräumen die einzelnen Bindegewebsbündel eingelagert waren, darstellen können[1]). Die Darstellung ist bei diesem Object, wie ich bezeugen kann, leicht, da die elastischen Röhren sehr derb und stark sind.

1) L. c. Taf. XX. Fig. 3.

Aus den Sehnen von Säugethieren habe ich nach dieser Methode nur undeutlich begrenzte zarte Fetzen darstellen können und neige mich der Auffassung Henle's [1]) zu, wonach sich um die vielfach anastomosirenden und in der verschiedensten Weise mit einander verschmolzenen Bindegewebsbündel der Säugethiere weder so starke noch so regelmässige und völlig geschlossene elastische Scheiden ausbilden, wie in diesen Sehnen der Vögel der Fall ist, wo prismatische und cylindrische Bündel fast ohne Anastomose parallel neben einander verlaufen.

Ebenso sehr wie die Ausbildung dieser elastischen Platten und Scheiden unterliegt noch ein anderes Verhältniss der Sehnenstructur den beträchtlichsten Schwankungen: In jedem Sehnenpräparat, das mit Essigsäure behandelt ist, sieht man im Innern der Bindegewebsbündel feinste elastische Fasern von nahezu gleichem Kaliber verlaufen. Auf Längsansichten der Sehnen und in den Donders'schen Bändern, die nichts anderes darstellen, wie kurze Längsschnitte, sieht man deutlich, wie dieselben alle der Längsrichtung der Sehne parallel und sich selten und dann stets in spitzen Winkeln dichotomisch theilend verlaufen. Auch auf Sehnenquerschnitten (Fig. 21) sind die punktförmigen Durchschnitte dieser Fasern stets sehr deutlich wahrzunehmen. Der Reichthum und das Kaliber dieser intrafasciculären feinen elastischen Fasern ist, wie ich finde, ebenso wie die Ausbildung der elastischen Scheiden den mannigfachsten Schwankungen nach Alter und Localität unterworfen. So können in den Schwanzsehnen des Kaninchens neben Bündeln, die an diesen feinen elastischen Fasern sehr reich sind, ebenfalls starke Bündel vorkommen, die dieselben nur in sehr geringer Anzahl enthalten.

Fast alle neueren Untersucher, Henle und Kölliker an der Spitze, stimmen darin überein, dass sie diesen zarten elastischen Fäserchen jede Beziehung zu den zelligen Elementen des Bindegewebes überhaupt absprechen und sie als ein ganz gleichartiges, stets für sich bestehendes und mit keinen anderen Elementen Verbindungen eingehendes Fasersystem auffassen. Nur Virchow ist für die Zusammengehörigkeit dieser Fasern mit Zellen, deren Ausläufer sie darstellen sollten, eingetreten. Doch sind in seiner Auffassung zwei Stadien deutlich zu unterscheiden: In seinen ersten Arbeiten, in denen er den Begriff der spindel- und sternförmigen anastomosirenden

1) Jahresbericht für 1860. S. 27.

Bindegewebskörperchen aufstellte[1]), deutet er die gröberen Punkte, die auf dem Querschnitt der Bindegewebsbündel auftreten, als die Querschnitte der anastomosirenden Zellausläufer. In späteren Publicationen[2]) nimmt er an, dass an Stellen, wo das fibrilläre Bindegewebe grossen Dehnungen ausgesetzt ist (als Beispiel wird allerdings nicht die Sehne sondern nur das Unterhautbindegewebe citirt) die Bindegewebskörperchen in elastische Massen, ihre Ausläufer in feinste Fasern umgewandelt werden, wobei er es unentschieden lassen will, inwiefern die so umgewandelten Zellen und Ausläufer noch als Wege für die plasmatische Circulation dienen. Eine gleichfalls gesonderte Stellung von der Mehrzahl der Forscher nimmt Ranvier ein, welcher angiebt, dass die feinen intrafasciculären elastischen Fasern von den elastischen Wänden der Bindegewebsbündel ihren Ursprung und Ausgang nehmen.

Meine Untersuchungen haben mich dazu geführt, die Ansicht Virchow's in derjenigen Form, welche er selbst ihr in seinen späteren Publicationen gegeben hat, als die richtige zu adoptiren. Ich kann allerdings nicht behaupten, dass alle intrafasciculären elastischen Fasern mit den Zellenplatten in Verbindung stehen. Aber sehr oft habe ich Reihen von Zellenplatten gesehen, wie die Fig. 18 wiedergegebene, wo ganz deutlich von dem Leib der Zellenplatten feine elastische Fasern ausgingen und in das Innere der Bindegewebsbündel eindrangen. Bemerkenswerth ist, dass während ganze Reihen von Zellenplatten hiervon keine Spur zeigen, nicht weit davon andere Zellenreihen liegen, wo jede einzelne Zellenplatte eine nicht unerhebliche Anzahl derartiger Fasern entsendet. Hiermit hängt die grosse Verschiedenheit des Reichthums der Bindegewebsbündel an elastischen Fasern, auf die ich oben hingewiesen habe, auf das engste zusammen.

Ich schliesse hiermit die Darstellung der Thatsachen, die mich ein langes und mühsames Studium der Anatomie der Sehne kennen gelehrt hat. Es bleibt noch übrig, zu erörtern, wie meine Darstellung sich verhält zu den Ansichten, welche andere Forscher über dasselbe

1) Ueber die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebs-Körperchen, sowie über Schleimgewebe. Würzburger Verhandlungen. II. 162. 1851.

2) Cellular-Pathologie. Zweite Auflage 1859. S. 93.

anatomische Object aufgestellt haben. Ich werde dabei sehr kurz sein können, da ich mir bewusst bin, jede einzelne Erscheinung und jedes Bild, welches vom Sehnengewebe beschrieben wird, gesehen und keine einzige der in der Literatur vorkommenden thatsächlichen Angaben ungeprüft oder unerörtert gelassen zu haben. Hier handelt es sich also nur noch um eine Kritik der Gesammtanschauungen über den Bau der Sehne, welche von den einzelnen Forschern aufgestellt worden sind.

Die Ansicht, die sich Virchow über den Bau der Sehne gebildet hat, schneidet in das Fleisch fast sämmtlicher oben erörterten und sichergestellten Thatsachen. Die Bilder und die anatomischen Thatsachen, auf die er dieselbe stützt, haben sich der oben vorgetragenen Ansicht leicht und bequem gefügt, ergeben sich gewissermaassen aus ihr als nothwendige Consequenzen, während es eine positive Unmöglichkeit ist, eine Menge anderer Thatsachen in seine Theorie hineinzuzwängen.

Auch der Ansicht Kölliker's, wie er sie in seinen „Neuen Untersuchungen über die Entwickelung des Bindegewebes" formulirt hat, wonach „die Zellen der Sehnen sich seltener durch Fasern, vor Allem durch zarte blatt- oder bandförmige, oder hautartige Ausläufer verbinden und so eine eigenthümliche Art von Scheidewänden herstellen, welche die Bindegewebsbündel von einander sondern", kann ich, namentlich was seine Auffassung der Zellanastomosen anbetrifft, nur eine beschränkte Geltung zuerkennen.

Dasselbe gilt von der Ansicht Bizzozero's, welche, soviel sich aus der kurzen vorläufigen Mittheilung[1]) entnehmen lässt, in der Mitte zwischen Kölliker und Virchow zu stehen scheint.

Der Werth der Ansichten von Ranvier ist oben hinreichend erörtert worden.

Henle gebührt nicht nur das Verdienst, in zähem und hartnäckigem Kampf[2]) gegen die Virchow'sche Darstellung jede spätere Kritik derselben im Voraus überflüssig gemacht zu haben: Zu einer Zeit, wo Schulbegriffe das Herrschende waren, hat er allein

1) Della struttura del tessuto connettivo compatto. Rendiconti del Reale Istituto Lombardo. Letta nell' adunanza del 19 agosto 1869.

2) Canstatt's Jahresbericht für 1851. S. 22. Canstatt's Jahresbericht für 1852. S. 20, für 1853 S. 27. Henle und Meissner, Jahresbericht für 1858. S. 53.

die reinen Thatsachen mit unbefangenem Auge gesehen und seine, durch ein vorgefasstes System unbeeinflusste Darstellung der Structur der Sehne ist es, die meine Untersuchungen mich als die der Wahrheit am meisten entsprechende kennen gelehrt haben.

Erklärung der Abbildungen.

Kap. I.

Die römischen Zahlen zeigen die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare an.

Fig. 1. IX, 2. Ein Sehnenstrang aus dem Centrum tendineum eines Kaninchenembryo mit Holzessig behandelt.

Fig. 2, 3. IX, 3. Ebendaher. Zwei Bindegewebsfibrillenbündel mit aufsitzenden Zellen.

Fig. 4. VII, 3. Ebendaher. Ein zerzupfter Sehnenstrang mit den theilweise den Fibrillenbündeln noch aufsitzenden Zellen.

Fig. 5. IX, 3. Ebendaher. Isolirte Zellen.

Fig. 6. VII, 3. Sehnenstreifen aus dem Schwanz eines jungen Kaninchen. Ganz straff angespannt.

Fig. 7. IX, 2. VII, 3. Etwas weniger straff angespannter Sehnenstreifen. Ebendaher.

Fig. 8. IX, 2. Ebendaher. Drei Reihen von Zellenplatten.

Fig. 9—18. IX, 3. Verschiedene Formen von Zellplatten-Reihen. Ebendaher.

Fig. 19. VII, 2. Zwei Zellenplattenreihen aus einer hochgradig contrahirten Sehne. Ebendaher.

Fig. 20. a. b. VII, 3. Zwei Donders'sche Bänder vom Querschnitt eines mit Pikrinsäure behandelten Kaninchenschwanzes.

Fig. 21. VII, 3. Sehnenquerschnitt. Ebendaher.

II. Der Knorpel in der Achillessehne des Frosches.

Seitdem Reichert die Lehre von der Continuität des Bindegewebes aufstellte[1]) und noch mehr seit der Umformung, die dieselbe durch Virchow[2]) erfuhr, haben sich die Histiologen bemüht, die Kategorie von Geweben, wo ein Uebergang der „Bindegewebskörperchen" in Knorpelkörperchen stattfinden sollte, nach Kräften zu vermehren. Als solche Beispiele gelten vor allem die Bandscheiben der Wirbelsäule, viele Gelenkbänder, z. B. die Bänder der Rippengelenke, die Sehnenscheiden, die Verbindungen der Muskelsehnen mit knorpeligen Skelettheilen, die Sesambeine u. s. w. Ueberall wurden die hier obwaltenden Verhältnisse dahin ausgelegt, dass ein Uebergang fibrillären Bindegewebes in Knorpel stattfinde, in der Weise, dass sich zwischen die Fibrillenbündel des Bindegewebes Knorpelzellen einlagerten.

Unter diesen Beispielen ist besonders ein anatomisches Object zu nennen, welches stets mit ganz besonderer Vorliebe dazu auserkoren wurde, den Uebergang des fibrillären Bindegewebes in Knorpel und die Gleichwerthigkeit der Knorpelkörperchen und Bindegewebskörperchen zu demonstriren. Es ist dies der Knorpel, der als ein Sesambein in das Gewebe der Achillessehne des Frosches eingelagert ist. Wenn auch die über diesen Gegenstand vorliegende Literatur bereits eine ziemlich ansehnliche ist, so finde ich doch keine einzige der von den verschiedenen Forschern gegebenen Darstellungen auch nur einigermassen zutreffend: Alle Forscher setzen mit grosser Unbefangenheit die grossen klaren Zellen dieses Gewebes den Knorpelzellen gleich und bezeichnen sie nur als solche, ohne sich die Frage vorgelegt zu haben, was denn das Characteristische an der Knorpelzelle sei, und weshalb diese Zellen denn absolut Knorpelzellen sein müssten. Der Theorie zu Liebe hat der erste Forscher, der dieses Gewebe untersucht hat, Lehmann[3]), die Zellen Knorpelzellen ge-

---

1) Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung im Allgemeinen und vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845.

2) Ueber die Identität von Knochen-, Knorpel- und Bindegewebs-Körperchen, sowie über Schleimgewebe. Würzburger Verhandlungen II. S. 162. 1857.

3) Ueber den Knorpel in der Achillessehne des Frosches. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XIV. 109. Taf. XIV. 1864.

nannt, und keiner der späteren Untersucher, nicht Hoyer[1]), nicht Gegenbaur[2]) und nicht Güterbock[3]) haben diese Bezeichnung durch eine sachgemässere und weniger präjudicirende ersetzt, wenn sie auch, um diese Bezeichnung zu retten, zu den künstlichsten Annahmen ihre Zuflucht haben nehmen müssen.

Die gröbere Configuration dieses Sesamknorpels und sein Verhältniss zu dem rein sehnigen Theil der Achillessehne ist von Lehmann so vorzüglich geschildert und abgebildet worden, dass ich kein Wort mehr darüber zu verlieren brauche. Ich gehe also sogleich zur Erläuterung der Fig. 22 über, welche bei mittelstarker Vergrösserung einen Theil eines Längschnittes der in Osmiumsäure erhärteten Achillessehne darstellte. Man sieht, wie genau im rechten Winkel zu der Längsfaserung der Sehne ein System von nicht allzu dicken, vielfach mit einander verflochtenen Balken fibrillären Bindegewebes durch die ganze Dicke der sesambeinartigen Anschwellung hindurchgeht und wie zahlreiche grosse klare Zellen zwischen die einzelnen Bindegewebsbündel eingestreut sind. In Fig. 23 habe ich bei stärkerer Vergrösserung einige Bindegewebsbalken mit den anliegenden und dazwischen gestreuten Zellen wiedergegeben.

Die Zellen hängen in einzelnen Reihen zusammen und sitzen der Oberfläche der Bindegewebsbündel ziemlich fest an. Pinselt man einen derartigen Schnitt aus, so erhält man häufiger als einzelne Zellen ganze Zellenreihen aus 3—4 Zellen bestehend, die durch eine feine Kittsubstanz verklebt zu sein scheinen. Will man dieselbe, wie Gegenbaur thut, als Intercellularsubstanz bezeichnen, so will ich um das Wort hier nicht streiten. Jedenfalls ist diese Zwischensubstanz, auf welche man ein so hohes Gewicht gelegt hat und die dazu dienen sollte, die Homologie dieses Gewebes mit dem Knorpel zu begründen, stets nur eine sehr minimale.

Aber selbst zugegeben, dass eine derartige Zwischensubstanz hier zwischen den einzelnen Zellen vorhanden sei, so ist das fragliche Gewebe darum doch noch kein Knorpel, denn die Zellen dieses Gewebes sind eher alles andere als Knorpelzellen.

---

1) Ein Beitrag zur Histiologie bindegewebiger Gebilde. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1865. S. 241.

2) Ueber einige Formelemente des Bindegewebes. Jenaische Zeitschr. f. Medicin u. Naturwissenschaft. III. S. 307. 1866.

3) Untersuchungen über Sehnenentzündung. Wiener med. Jahrbücher, red. von S. Stricker. I. 1871.

Unter Knorpelzellen, Knorpelkörperchen versteht die Histiologie kernhaltige Protoplasmamassen von nahezu kugeligen Dimensionen, die in Höhlen einer festeren Intercellularsubstanz eingelagert sich noch, wie die electrischen Reizversuche von Heidenhain[1]) und Rollet[2]) beweisen, eine energische Vitalität bewahrt haben.

Die Zellen der Achillessehne des Frosches sind deshalb keine Knorpelkörperchen, weil sie nicht Protoplasmamassen von mehr oder minder kugeligen Dimensionen, sondern gedehnte kernhaltige polygonale Platten darstellen, deren Protoplasma bis auf einen äusserst geringen Rest körniger Substanz, der in der Nähe des gleichfalls stets eigenthümlich gekerbten und geschrumpften Kernes lagert, geschwunden und in eine Substanz umgewandelt ist, die mit der der elastischen Häute und Scheiden eine grosse Aehnlichkeit zeigt.

Pinselt man einen Schnitt der in Osmiumsäure gehärteten Achillessehne in einem recht grossen Tropfen Glycerin oder einer concentrirten wässerigen Lösung essigsauren Kali's (M. Schultze) recht energisch aus, so erhält man eine Menge dieser Zellen völlig isolirt in der Zusatzflüssigkeit herumschwimmen und rotiren und überzeugt sich auf das Unzweideutigste von der abgeplatteten Form derselben. Behandlung mit Zusatzflüssigkeiten, die das körnige Protoplasma stets intensiv färben, z. B. Osmiumsäure und essigsaure Carminlösung, ergab stets nur eine sehr blasse Tinction der, auch frisch untersucht, nie körnig sondern stets homogen erscheinenden Zellplatten. Intensiv gefärbt erschien stets nur eine kleine Menge körniger Substanz, die in der Nähe des Kerns angesammelt liegt. Der Kern der Zellplatten erscheint auch im frischen Zustande nur sehr selten voll und bläschenförmig, meist in der Weise geschrumpft, wie Fig. 23 darstellt.

Das Gewebe der Achillessehne des Frosches ist also kein Knorpel, sondern ein Gewebe sui generis, das in der Hauptsache aus Bündeln fibrillären Bindegewebes besteht, denen reichlich grosse klare elastische Zellplatten auflagern; der grosse Reichthum derselben giebt wahrscheinlich dem Gewebe die eigenthümliche knorpelähnliche Consistenz. Ausser diesen Zellplatten sind andere Zellen in dem Gewebe überhaupt nicht vorhanden. Der rein sehnige Theil der Achilles-

---

1) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. II. S. 1. 1863.

2) Stricker, Lehre von den Geweben S. 72.

sehne zeigt die exquisite Sehnenstructur und die dünnen theilweise in elastische Scheiden umgewandelten Zellplatten, die ich in dem ersten Kapitel beschrieben habe. An den Uebergangsstellen des rein sehnigen in das eben beschriebene Gewebe beobachtet man leicht, wie beide Arten Zellplatten durchaus homologe Gebilde darstellen. Der Dickendurchmesser der Zellplatten in dem „knorpeligen Theil" ist grösser wie der des rein sehnigen Abschnittes.

Man hat das Gewebe der Achillessehne des Frosches gleichsam als das Paradigma hingestellt, an dem die Einlagerung von Knorpelzellen in das fibrilläre Bindegewebe besonders exquisit und leicht zur Anschauung zu bringen sei. Gerade an diesem Gewebe habe ich nachgewiesen, dass von einer Einlagerung von Knorpelzellen nicht die Rede sein kann. Auch einen grossen Theil der oben erwähnten Gewebe, wo ganz ähnliche Verhältnisse vorliegen sollten, habe ich, das eine flüchtiger, das andere genauer, untersucht und die Ueberzeugung geschöpft, dass man in der Mehrzahl der Fälle grosse klare elastische Platten als Knorpelzellen angesehen und sich durch dieselbe flüchtige Aehnlichkeit, die ich oben kritisirt habe, hat täuschen lassen. Aehnliche Erfahrungen wie ich hat Gegenbaur schon an den Intercarpalligamenten des Salamanders gemacht.

Erklärung der Abbildungen.

Kap. II.

Fig. 22. VII, 2. Längendurchschnitt durch die in Osmiumsäure erhärteten Achillessehne des Frosches.

Fig. 23. IX, 3. Bindegewebsbündel mit aufliegenden elastischen Zellplatten. Ebendaher.

III. Die Bündel fibrillären Bindegewebes und ihre Scheiden.

Das mikroskopische Bild, dessen histiologische Deutung ich in diesem Capitel zu geben versuchen werde, ist eines der ältesten und bekanntesten unserer Wissenschaft. Erschöpfend beschrieben und vorzüglich abgebildet schon in den allerersten Zeiten einer wissenschaftlichen Histiologie, hat dasselbe bis auf die neueste Zeit nicht aufgehört, die verschiedenartigsten Controversen hervorzurufen und in Bezug auf seine Deutung die verschiedensten Wandelungen durchzumachen.

In Fig. 7 von Taf. II seiner „Allgemeinen Anatomie 1841" bildet Henle ein mit Essigsäure behandeltes Bindegewebsbündel von der Gehirnbasis ab und beschreibt auf Seite 351 desselben Werkes sehr genau die eigenthümlichen Formveränderungen, Quellungen und Einschnürungen, die die Bindegewebsbündel bei Essigsäurezusatz zeigen. Er führt diese Erscheinung darauf zurück, dass die aus in Essigsäure aufquellenden Fasern zusammengesetzten Fibrillenbündel des Bindegewebes spiralig umwickelt seien von Fasern, die in Essigsäure sich nicht verändern und die er daher mit den elastischen Fasern identificirt. Diese Fasern, für die er in früheren Mittheilungen[1]) die nichts präjudicirende Bezeichnung der „Spiralfasern" gebraucht hatte, bezeichnet er in der „Allgemeinen Anatomie" als „spiralige Kernfasern" und endlich als „Kernfasern", eine von Gerber[2]) zuerst geschaffene Bezeichnung adoptirend. Gerber ist der erste, welcher die Idee ausgesprochen hat, dass durch Auswachsen von Kernen Fasern hervorgehen können. Dieser von Gerber nur flüchtig angedeutete Gedanke findet sich bei Henle[3]) weiter ausgesponnen und zu einem förmlichen System entwickelt, welches in der Histiologie der vierziger und auch noch der fünfziger Jahre eine grosse Rolle zu spielen berufen war. Es genügt hier hervorzuheben, dass Henle für seine Kernfasern (im Wesentlichen dasselbe, was wir jetzt elastische Fasern nennen) eine Entstehung aus der Verschmelzung mehrerer verlängerter Kerne behauptete, und dass er allenthalben ein bestimmtes Verhältniss der Kernfasern zu den

1) Froriep's Neue Notizen. Nro. 294 S. 120.

2) Handbuch der Allgemeinen Anatomie 1840. S. 70.

3) Allgemeine Anatomie S. 194—202.

von ihm sogenannten „Zellenfasern", wozu er vor allen die Bindegewebsfasern und Faserbündel rechnete, annahm, der Art, dass einem jeden Fibrillenbündel eine Kernfaser zugehöre. Als eine ganz besondere und aus einer eigenthümlich modificirten Entwickelungsweise hervorgegangene Form dieser Kernfasern sieht Henle die von ihm entdeckten, die losen Bindegewebsbündel an den verschiedensten Orten des menschlichen Körpers, besonders deutlich aber an der Gehirnbasis spiralig umspinnenden Fasern an.

Ich verzichte darauf, den Gang der für die jetzige Generation schwerverständlichen Controverse zu skizziren, die sich an diese Henle'sche Theorie anknüpfte und welche die histiologische Literatur der nächsten zehn Jahre in so hohem Maasse beschäftigte. Reichert, Kölliker, Virchow und Donders waren es vor allen, die sich an derselben betheiligten, bis im Jahre 1851 besonders auf die Angriffe der beiden letzteren hin die Kernfasertheorie, von Henle selber aufgegeben [1]), aus der Wissenschaft verschwand.

Nur ein besonderer Fall dieser langwierigen Controverse gehört nothwendig und unmittelbar zu unserem Thema, die Frage nämlich, ob die Einschnürungen, die auf Essigsäurezusatz an den Bündeln des Bindegewebes hervortreten und denselben eben jene eigenthümliche Gestalt verleihen, in der That von umspinnenden Fasern herrühren, wie Henle zuerst behauptet hatte, oder, wenn dies nicht der Fall ist, welche Verhältnisse dann diese eigenthümliche Formveränderung begründen.

Heinrich Müller [2]) war der erste, welcher, nachdem bis dahin die Ansicht Henle's von dem Zustandekommen dieser Einschnürung allgemein und anstandslos adoptirt worden war, auf die Möglichkeit einer anderen Deutung aufmerksam machte. Die Bindegewebsbündel des Chorion's menschlicher Embryonen gewährten ihm Bilder, welche ihn die Anwesenheit structurloser Scheiden um die Bindegewebsbündel als die diese Einschnürungen bedingende Ursache erkennen liessen. Doch geht H. Müller nicht so weit, die Existenz

1) Canstatt's Jahresber. f. 1851. S. 22.

2) Abhandlung über den Bau der Molen. Würzburg. Stahel 1847. S. 62. Anmerkung: „Ueberhaupt zeigen diese Einschnürungen hinsichtlich des bedingenden Moments vielfache Uebergänge von jenen wahren Fasern zu structurlosen Scheiden." Die Stelle ist in sofern beachtenswerth, als hier zum ersten Male überhaupt auf die Existenz von Scheiden um die Bindegewebsbündel, die bis dahin weder von Henle noch von sonst Jemand gesehen worden waren, aufmerksam gemacht wird.

der umspinnenden Spiralfasern Henle's überhaupt zu leugnen, sondern scheint sich vielmehr der Ansicht zuzuneigen, dass beide Bildungen neben einander und in einander übergehend vorkommen können. Eine Bemerkung Henle's[1]) bei Gelegenheit der Besprechung von Müller's Arbeit zeigt übrigens, dass ihm selber schon Zweifel an der Richtigkeit seiner Theorie aufgestossen waren. Einige Jahre später[2]) führt er in der That ausdrücklich die Einschnürungen der Bindegewebsbündel nicht mehr auf fortlaufende elastische Spiralfasern, sondern auf elastische Fasernetze zurück, die durch das in der Essigsäure aufquellende Bündel zu einzelnen reifenartigen Massen zusammengeschoben werden sollen.

Im Uebrigen blieb trotz der Bemerkung H. Müller's und der halben, unvollständigen und dabei etwas unklaren Modification, die Henle selber seiner ursprünglichen Lehre hatte angedeihen lassen, die erste Ansicht Henle's noch längere Zeit fast unbestritten in Geltung, wie die Lehrbücher der damaligen Zeit (Sharpey, Kölliker, Gerlach) und die Erwähnungen vieler anderen Autoren, von denen ich nur Leydig[3]) hervorheben will, beweisen.

Der erste, welcher die Existenz der umspinnenden Fasern Henle's gänzlich leugnete und die bei Essigsäurezusatz entstehenden Einschnürungen überhaupt auf andere Momente zurückzuführen suchte, war Luschka[4]). Hier findet sich unter anderem zuerst die Ansicht ausgesprochen, dass die für gewöhnlich die Bindegewebsbündel umhüllende elastische structurlose Scheide bei dem durch Essigsäure bedingten Aufquellen der Bündel an verschiedenen Stellen in ihrer ganzen Circumferenz zerreisse und dass die so entstandenen Fragmente zu einzelnen Ringen zusammenschnurrend die Einschnürungen bedingten. Um so wunderbarer erscheint es, dass nur wenige Jahre später derselbe Forscher[5]) bei der Beschreibung der den Arachnoidalraum durchziehenden Bindegewebsbündel wieder ganz die alte Henle'sche Ansicht adoptirt.

Ein consequenterer Gegner der umspinnenden Fasern erstand

---

1) Canstatt's Jahresber. f. 1847. S. 46.

2) Canstatt's Jahresber. f. 1851. S. 25.

3) Ueber die Haut einiger Süsswasserfische. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. III, 4 und: Untersuchungen über Fische und Reptilien 1853. S. 34.

4) Der Nervus phrenicus des Menschen. Tübingen 1853. S. 64.

5) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855. S 58.

in Reichert. Schon in dem Jahresbericht für 1847 [1]) und für 1851 [2]) hatte er leise Zweifel gegen die Existenz der Henle'schen Spiralfasern geäussert. In dem Jahresbericht für 1852 [3]) verspricht er Untersuchungen Aubert's, welche die Nichtexistenz der Spiralfasern beweisen sollen. Meines Wissens sind diese Untersuchungen niemals erschienen; dagegen entwickelt eine im Jahr 1854 erschienene unter Reichert's Leitung gearbeitete Doctordissertation Taube's [4]) die Anschauung, dass der Anschein einer spiraligen Umwickelung auf Einschnürungen beruhe, die durch eine Scheide der Bündel erzeugt werden. Am eingehendsten findet sich diese Ansicht entwickelt in einer gleichfalls unter Reichert's Auspicien entstandenen Arbeit von Klopsch [5]), welcher um die Bindegewebsbündel eine homogene structurlose „leucinhaltige" Gränzschichte annimmt, deren Einreissen und anderweitige Veränderungen bei Essigsäurezusatz das Zustandekommen der bekannten Bilder bedingen. Diese structurlose Scheide der Bindegewebsbündel wurde von Leydig [6]) und Bandlin [7]) bedingungslos adoptirt.

Rollet war es vorbehalten, dieser Frage eine neue und entscheidende Wendung zu geben. In seinen Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes [8]) beschreibt er ein weitmaschiges Balkennetz, ähnlich dem Reticulum der Lymphdrüsen, welches in der Haut des Ochsen die einzelnen Bündel des fibrillären Bindegewebes umspinnt und welches als die Urache der bei Essigsäurezusatz auftretenden so sehr eigenthümlichen Formveränderungen anzusehen ist. Zu nur theilweise ähnlichen Resultaten war Kölliker gelangt, der in einer fast gleichzeitig erschienenen Arbeit [9]) eine vermittelnde Stellung einzunehmen und sowohl der Reichert'schen strukturlosen

---

1) Müller's Archiv 1848. S. 48.

2) Müller's Archiv 1852. S. 96.

3) Müller's Archiv 1853. S. 43.

4) De membranis serosis in cavis magnis corporis humani obviis. Dorp. 1854; mir nur aus Canstatt's Jahresbericht für 1855 S. 33 bekannt.

5) Ueber die umspinnenden Spiralfasern der Bindegewebsstränge. Müller's Archiv 1857. S. 417.

6) Histiologie 1857. S. 31.

7) Zur Kenntniss der umspinnenden Spiralfasern des Bindegewebes. Inaugur. Diss. Zürich 1858.

8) Wiener acad. Sitzungsber. 1858. Bd. XXX.

9) Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histiologie. Zeitschr. f. wiss. Zoologie IX. 140. Vergl. Gewebelehre. Dritte Auflage 1859. S. 71.

Scheide als auch den Henle'schen Spiralfasern ihre Existenzberechtigung zu vindiciren sucht. Es findet sich hier eine Angabe, welche die gleichzeitige Beschreibung Rollet's wesentlich erweitert, nämlich, dass an den Bündeln der Pia mater des Foetus und des Neugeborenen ein noch deutlich kernhaltiges Zellenreticulum vorhanden ist, während die von Rollet beim erwachsenen Thier beschriebene umspinnende Formation keine Andeutung von Kernen mehr zeigt.

Aehnlich wie Kölliker suchte jetzt auch Henle[1]) zu vermitteln. Auch er erkennt jetzt eine structurlose Scheide der Bindegewebsbündel an, hält jedoch daneben noch an der Existenz gesonderter spiraliger oder meist ringförmiger Fasern, die die Bindegewebsbündel umgeben, fest. Noch ein Jahr später[2]) findet sich auch schon vermuthungsweise die Ansicht ausgesprochen, dass die allmälig in die strukturlose Hülle übergehenden Ring- und Spiralfasern vielleicht nur partielle Verdichtungen derselben darstellen.

Auch diese letzten Untersuchungen Henle's sind wie überhaupt die fast aller anderen Forscher an den Bindegewebsbündeln der Arachnoides angestellt, welche auch nach meinen vielfachen Untersuchungen sich in der That als das beste und verdientermaassen classische Untersuchungsobject herausgestellt haben. Im Gegensatze hierzu beziehen sich die neuesten Angaben über die Scheiden der Bindegewebsbündel, die ich in der Literatur verzeichnet finde, alle auf andre Objecte und Localitäten, die der Anatomie des Auges angehören.

Leber[3]) behandelt die schon von Donders[4]) beschriebenen Balken lockeren Bindegewebes, die sich in dem von letzterem entdeckten Zwischenraum zwischen innerer und äusserer Sehnervenscheide ausspannen. Auch er nimmt einen Uebergang zwischen den elastischen Fasern und den Scheiden an. Letztere sind bei ihm auch nicht mehr so einfach structurlos wie bei den früheren Autoren sondern kernhaltig. Sehr bemerkenswerth ist ferner seine Angabe, dass nach

---

1) Jahresbericht für 1857. S. 38.

2) Jahresbericht für 1858. S. 50.

3) Beiträge zur Kenntniss der atrophischen Veränderungen des Sehnerven nebst Bemerkungen über die normale Structur des Nerven. Arch. f. Ophthalmologie XIV. 171.

4) Ueber die sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung im Auge. Arch. f. Ophthalmol. I. 83.

der inneren Sehnervenscheide zu, wo die Balkennetze beträchtlich zarter werden, die Scheiden von der Oberfläche der Fibrillenbündel zu verschwinden und die letzteren einzig und allein von länglichen, protoplasmatischen Zellen bedeckt zu sein scheinen.

Dieselbe Beobachtung kehrt bei Iwanoff und Rollet [1]) wieder, die von der Oberfläche der Bindegewebsbälkchen, die den Fontana'schen Raum des Ochsen durchziehen, ganz ähnliche Zellen beschreiben. Auch wird von denselben die Frage aufgeworfen, ob diese Zellen nicht etwa weissen Blutkörperchen entsprechen dürften.

Schwalbe endlich behandelt in seinen „Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begränzungen" sowohl die Bindegewebsbündel zwischen den beiden Opticus-Scheiden [2]) als auch die Balken des Fontana'schen Raumes [3]). Indem er im Allgemeinen die Darstellungen von Leber und von Iwanoff und Rollet bestätigt, versucht er eine Auffassung zu begründen, welche die Interstitien zwischen den Bindegewebsbündeln als kleine seröse Höhlen ansieht und den Scheiden der Bündel selber eine endotheliale Natur zuschreibt. Auf diesen Punkt werde ich später zurückzukommen noch Gelegenheit nehmen.

Indem ich nun dazu übergehe, das darzustellen, was meine eigenen Untersuchungen mich in Bezug auf die vorliegende Frage gelehrt haben, kann ich nicht umhin, diesen Abschnitt mit einer „persönlichen Bemerkung" zu eröffnen. Es gereicht mir zu einer ganz besonderen Freude, dass ich diesesmal in der gewiss seltenen Lage bin, keinem einzigen meiner vielen Vorgänger in dieser Frage direkt widersprechen zu müssen, obwohl dieselben, wie man eben gelesen hat, zu den, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte, widersprechendsten Beschreibungen und Deutungen ein und desselben Objectes gelangt sind. Das Wahre an dieser Sache ist eben das, dass der Reichthum der hier vorkommenden Formen und Bilder ein so ausserordentlicher ist, dass in der That ein jeder meiner Vorgänger im Rechte ist in Bezug auf das, was er Positives beibringt.

1) Bemerkungen zur Anatomie der Irisanheftung und des Annulus ciliaris. Arch. f. Ophthalmol. XV. 28.

2) Dieses Archiv VI. S. 51.

3) Dieses Archiv VI. S. 291.

Im Unrecht ist hier wie überall nur die wissenschaftliche Intoleranz und Exclusivität, die auf Grund der eigenen einseitigen und spärlichen Erfahrungen in kurzsichtiger Anmaassung den Stab bricht über jede andere Beobachtung. Die Irrthümer, die in dieser Frage begangen worden sind, liegen nicht in der Beobachtung; jede einzelne derselben ist vielmehr gut und richtig. Sie liegen einzig und allein in dem unbefugten Generalisiren, welches die einzelne Beobachtung immer auf eine ganze Kategorie auszudehnen bestrebt war.

Was die Wahl des Untersuchungsobjects betrifft, so habe ich die Bindegewebsbündel der verschiedensten Stelle, des Unterhautbindegewebes sowie der oben genannten, der Anatomie des Augapfels angehörigen Localitäten untersucht. Als das beste Untersuchungsobject muss ich jedoch, wie oben schon erwähnt, das classische der Arachnoides cerebri und der von ihr ausgehenden, besonders an der Hirnbasis stark entwickelten das Cavum subarachnoidale durchsetzenden Bindegewebsbalken bezeichnen. Auf diese soll sich die folgende Darstellung ausdrücklich und allein beziehen.

Die Untersuchungsmethoden bestanden im Wesentlichen darin frische oder kürzere Zeit mit Müller'scher Flüssigkeit oder den verwandten Lösungen der Chromsäure und ihrer Salze behandelte Gewebsstückchen zu tingiren und dann in Glycerin zu untersuchen. Als Tinctionsflüssigkeiten dienten mir vor allen die essigsaure Carminlösung Schweigger-Seidel's und die von Ranvier angewandte Combination von Carmin mit Pikrinsäure. Neben diesen machte ich vortheilhaften Gebrauch vom Goldchlorid, welches ich strenge nach der ursprünglichen Vorschrift Cohnheim's anwandte.

Breitet man ein grösseres Stück der Arachnoides eines Hammels, von dessen der Dura mater und dem Arachnoidalsack zugekehrter Oberfläche sich das Endothel mit Leichtigkeit entfernen lässt, auf dem Objectträger aus, so gelingt es schon bei ganz schwacher Vergrösserung leicht über die Art und Weise, wie die Bindegewebsbündel in dieser Membran angeordnet sind, ins Klare zu kommen, die Arachnoides stellt keineswegs ein regelloses Gewirre von stärkeren und schwächeren zu einem Filz verwebten Bindegewebsbündeln dar, sondern es ist an ihr eine typische und regelmässige Anordnung der Bindegewebsbündel auf das deutlichste zu erkennen. Es finden sich in der Fläche der Membran bestimmte Centra, von denen aus nach allen Richtungen sie die dicht an einander gelager-

ten Bindegewebsbündel ausstrahlen, wie die Radien eines Kreises. Nur an den Stellen, wo die Peripherien dieser verschiedenen um die einzelnen Centra angeordneten Faserbezirke sich berühren, findet ein mehr regelloses Gewirre und eine Verfilzung der einzelnen Bindegewebsbündel statt.

Die Dicke dieser so aus einzelnen Bindegewebsbündeln zusammengesetzten Membran ist je nach den untersuchten Thierspecies und je nach der Region der Centralorgane, der man das Untersuchungsobject entnommen hat, verschieden. Beim Kaninchen beträgt sie fast durchweg nur die Dicke eines Bindegewebsbündels und besteht mithin nur aus einer einfachen Lage derartiger Bündel. Beim Schaf besteht sie über den grossen Hemisphären gleichfalls meist nur aus einer einzigen derartigen Schicht. An der Hirnbasis finden sich jedoch häufig zwei und mehr Bindegewebsschichten, die einen durchaus verschiedenartigen Faserverlauf zeigen, über einander angeordnet. Während die der Dura mater zugekehrte und die eine Wand des Cavum arachnoidale bildende Fläche dieser Membran glatt und mit einem regelmässigen Endothel bekleidet ist, findet an der entgegengesetzten Fläche ein ganz anderes Verhältniss statt. Hier ist die Gränze dieser Membran absolut nicht mit Sicherheit festzustellen. Allenthalben, an einigen Stellen zahlreicher (besonders an den Gränzen der oben erwähnten Bezirke), an anderen sparsamer lösen sich stärkere und schwächere Bindegewebsbündel los von der Membran und schlagen einen anderen Verlauf und eine Richtung ein, die mit der Fläche der Membran einen kleineren oder grösseren Winkel bildet. Diese Bindegewebsbündel durchziehen die einzelnen Abtheilungen des sogenannten Cavum subarachnoidale und treten herüber zu der dünnen Schicht fibrillären Bindegewebes, welche die Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks unmittelbar überzieht und welche die Anatomie von Altersher als Pia mater bezeichnet und wohl in einen zu scharfen Gegensatz zur Arachnoides gestellt hat.

Diese das Cavum subarachnoidale frei durchsetzenden Bindegewebsbündel sind es, die, wie oben schon erwähnt, seit Beginn einer wissenschaftlichen Histiologie, vornehmlich als Object gedient haben, um die verschiedensten Ansichten über die Natur der Veränderungen, welche das Bindegewebe bei Zusatz von Essigsäure erleidet, zu begründen.

Untersucht man ein grösseres derartiges Bündel im frischen Zustande in irgend einer indifferenten Flüssigkeit, so sieht man einen

derben Strang fibrillären, lockigen Bindegewebes von nahezu constanten Breitendimensionen. Ausserordentliche Veränderungen erleidet aber dies Bild, wenn man einen Tropfen concentrirter Essigsäure an den Rand des Deckgläschens bringt. Urplötzlich schwinden die Fibrillen und das Bündel stellt jetzt eine homogene glasartige Masse dar von äusserst ungleichen Breitendimensionen: an einzelnen Stellen weit und mächtig hervorgebauscht, an anderen wieder schmal und wie durch fest herumgelegte glänzende Ringe eingeschnürt.

Bringt man frische Bindegewebsbündel in eine nach der Vorschrift von Schweigger-Seidel bereitete Carminlösung, die keinen allzu grossen Ueberschuss freier Essigsäure enthält, so wird man nach gelungener Tinction oft an einem einzigen Präparate zur Klarheit über die hier vorliegenden Verhältnisse gelangen. Ich bemerkte dass die Abbildungen von Bindegewebsbündeln, Figg. 24—32, alle gezeichnet sind nach Präparaten, die einem etwa ein Quadratzoll grossen Stücke Arachnoides mit daranhaftenden zahlreichen subarachnoidalen Bündeln entnommen wurden.

Ist die Tinction gut gelungen und namentlich der Essigsäure Gehalt der Carminlösung kein allzu grosser gewesen, was man am besten daran erkennt, dass an wohlgelungenen Präparaten die Bündel noch nicht in eine homogene Masse umgewandelt sind, sondern noch Andeutungen fibrillärer Streifung zeigen, so gelingt es zunächst leicht, an fast allen gröberen Bindegewebsbündeln die Existenz einer von der centralen Masse des Bündels gesonderten Scheide zu demonstriren, die allerdings in der Mehrzahl der Fälle dem Bündel unmittelbar anliegt, an vielen Stellen jedoch sich abhebt und so einen Zwichenraum zwischen ihrem Contour und dem des Bündels herstellt.

Untersucht man diese Scheide mit stärkern Vergrösserungen, so stellt sich heraus, dass dieselbe nur an wenigen Stellen das Prädicat einer structurlosen verdient. Fast allenthalben erscheint die Scheide bei einer Vergrösserung von etwa 300 nicht mehr homogen sondern sie zeigt Streifen und Fasersysteme, die meist auf der Längsrichtung der Bündel senkrecht stehen, an einige Stellen sehr energisch ausgesprochen sind, an anderen äusserst zart, so dass sie sich der Beobachtung fast entziehen und sich gänzlich in eine homogene Membran zu verlieren scheinen. Nicht selten sieht man in der Mitte derartiger ausgesprochener streifiger Züge stärkere Bälkchen auftreten, von denen es sich zunächst schwer entscheiden lässt,

ob sie in der Substanz der Scheide selber gelegen und Theile derselben sind oder ob sie derselben nur aufliegen. Endlich entdeckt man nicht selten Kerne an den Scheiden, welche die Knotenpunkte bilden, von denen aus die beschriebenen Fasersysteme und stärkeren Bälkchen strahlenförmig nach verschiedenen Richtungen divergiren.

Doch ich verzichte darauf, weiter die vielfachen in Worten schwer deutlich zu machenden Bilder zu erörtern, die sich hier dem Beobachter darbieten und ziehe es vor unter Verweisung auf die Figg. 24—29 die Ansicht zu anticipiren, die ich mir über die Natur der diese Bindegewebsbündel umgebenden Scheide gebildet habe.

Dieselbe stimmt ihrer histiologischen Zusammensetzung nach völlständig überein mit der Membrana propria der acinösen Drüsen, wie ich die Structur derselben neuerdings entwickelt habe [1]). Ebenso wie die Membrana propria ist die Scheide dieser Bindegewebsbündel zusammengesetzt aus kernhaltigen sternförmigen Zellen. Die sich mit einander verbindenden Fortsätze derselben stellen jedoch nicht eine korbartig durchbrochene Umhüllungshaut des Bindegewebsbündels dar, sondern verdickte Streifen und Rippen in einer continuirlichen Membran, die sich eben aus diesen sternförmigen anastomosirenden Zellen constituirt. Es verhalten sich diese Streifen zu der Substanz der Scheide, wie die Rippen zu der Fläche eines Blattes. Eine scharfe Gränze zwischen diesen Rippen, diesen verdickten Streifen und der Grundsubstanz der Haut ist nicht zu ziehen: beide bilden eine wirkliche histiologische Einheit. Die stärkern Rippen sind von dem Grundgewebe der Haut nicht zu trennen, sondern gehen ganz allmälig und unmerklich in die Grundsubstanz über, indem dieselbe gewöhnlich zu beiden Seiten neben den Rippen eine allmälig immer schwächer werdende, den Rippen parallele Längsstreifung zeigt.

Die Scheide ist also ein Gewebe von ungleicher Stärke und Resistenzfähigkeit und es erklären sich daraus auf das einfachste die eigenthümlichen Bilder und Veränderungen der Dimensionen, welche derartige Bündel, wenn sie in Essigsäure aufquellen, zeigen. Die Einschnürungen werden nicht bedingt dadurch, dass eine structurlose, homogene Scheide einreisst und in der ganzen Circumferenz Continuitätstrennungen erleidet, und dass die so entstandenen Bruchstücke der Scheide zu Reifen oder Ringen zusammenschnurren,

1) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869. S. 14.

welche an einzelnen Stellen sehr enge Einschnürungen bedingen, während an anderen die gequollene Masse des Bindegewebsbündels sich weit hervorbauscht, sondern vielmehr dadurch, dass eine differenzirte, structurirte, verschieden derb gewebte Scheide nach Maassgabe ihrer Resistenzfähigkeit an verschiedenen Stellen ihrem quellenden Inhalte auch einen verschiedenen Widerstand entgegensetzt. Enge Einschnürungen finden sich immer dort, wo derbere Rippen in der Substanz der Scheide vorhanden waren, deren resistenteres Gefüge dem aufquellenden Inhalte des Bündels den hinreichenden Widerstand entgegensetzen konnte. Wo die Scheide hingegen zarter gewebt war, musste die dem aufquellenden Inhalte des Bündels folgen.

In der That: nur unter dieser Voraussetzung einer verschieden grossen Resistenzfähigkeit der Scheide an verschiedenen Stellen lässt sich endlose Mannigfaltigkeit der bei Essigsäurezusatz an diesen Bündeln auftretenden Erscheinungen erklären. Die von Luschka und Reichert begründete Ansicht, welche die Einschnürungen auf die Existenz einer structurlosen Scheide zu begründen sucht, die einreisst und sich dann zu einzelnen Reifen zusammenschiebt, genügt nur einen Theil der hier sich darbietenden mannichfaltigen Bilder zu erklären. Es kommen in der That Bilder vor, zu deren Erklärung diese Annahme völlig ausreicht und ich will es keineswegs für unmöglich halten, dass an einzelnen Strecken und Stellen der Bindegewebsbündel, wo die Substanz der Scheide an Zellen ärmer ist und nur feinstreifig, ja fast structurlos erscheint, die Bilder so zu Stande kommen. Ich finde dass ebenso wie in Bezug auf die Membrana propria der Drüsen so auch in Bezug auf die Scheide der Bindegewebsbündel ausserordentlich grosse Schwankungen in Bezug auf die Derbheit und auf den Zellenreichthum vorkommen. Ebenso wie die Membrana propria der Kaninchen-Submaxillaris eine äusserst feine glashelle Haut darstellt, die nur an einzelnen Stellen eine leichte Streifung und sehr selten die Andeutung einer sternförmigen Zelle zeigt, die sich vielleicht dem Beobachter gänzlich entziehen würde, wenn er nicht nach der Analogie z. B. von der Thränendrüse des Kalbes her wüsste, welches Structurverhältniss er hier zu erwarten habe, so finden sich auch an den Bindegewebsbündeln der Basis cerebri, besonders an denen feineren Kalibers grosse Stellen und ganze längere Strecken, wo der Scheide ausser der Andeutung einer leichten Streifung kaum irgendwelche Structur abzugewinnen

ist und wo die sternförmigen Zellen, aus deren Verschmelzung an andern Stellen die ganze Substanz der Scheide zusammengesetzt erscheint, sehr selten oder fast gar nicht wahrzunehmen sind.

Ebenso wenig wie der Ansicht von Luschka und Reichert, welche die Einschnürungen aus der Existenz einer structurlosen Scheide erklären wollen, kann ich auch der Ansicht von Rollet direkt widersprechen, welche ein ganz entgegengesetztes Princip zur Erklärung dieser Erscheinungen heranzieht, zumal da mir über das Untersuchungsobject, dem er seine Präparate wesentlich entnommen hat, das subcutane Bindegewebe des Ochsen, nur sehr beschränkte Erfahrungen zu Gebote stehen. Nach Rollet soll eine structurlose Scheide, wie Luschka und Reichert sie annehmen, nicht existiren und soll ein die Bindegewebsbündel umspinnendes oberflächliches Netzwerk von eigenthümlich unregelmässig gerandeten glatten Balken die Ursache der beim Aufquellen in Essigsäure stattfindenden Einschnürungen der Bindegewebsbündel sein. Ich halte auch das Letztere sehr wohl für möglich: Ebensowenig wie bei der Membrana propria der Drüsen ist es möglich, mit absoluter Sicherheit anzugeben, ob die aus der Verschmelzung platter sternförmiger Zellen entstandenen Membranen wirklich überall continuirlich sind, oder ob nicht auch der Fall vorkommen kann, dass an einzelnen Stellen nur die stärkeren Rippen der Zellen nicht aber die dazwischen befindliche homogene Membran zur Ausbildung gelangt ist; dass dieses in der Natur wirklich vorkommt, scheint mir sogar sehr wahrscheinlich. Auf meinen Präparaten (Fig. 26 und 27) sind Bilder nicht selten, die für ein wenigstens theilweises Durchbrochensein und Fehlen der Scheide zu sprechen scheinen. Andererseits dürfte vielleicht der „eigenthümlich unregelmässige Rand“, den Rollet seinen die Bindegewebsbündel umspinnenden platten Balken zuschreibt, für die Muthmaassung sprechen, dass an seinen Präparaten stellenweise auch Uebergänge der Balken in strukturlose Scheiden vorkamen. Doch, wie gesagt, ich verzichte darauf meine Ansicht gegenüber der von Rollet sowohl wie von Luschka und Reichert als die alleinseligmachende hinzustellen und möchte sie nur als das allgemeinere Princip betrachtet wissen, von dem die Extreme sowohl der Ansicht Rollet's wie der von Reichert und Luschka nur besondere Fälle und Unterabtheilungen darstellen.

Rollet gibt an, dass von seinen die Oberfläche der Bindegewebsbündel umspinnenden Balken Fortsätze auch in das Innere des

Bündels eindringen. Aehnliche Bilder hat auch Klopsch [1]) gesehen und abgebildet und nimmt um sie zu erklären seine Zuflucht zu der etwas complicirten Annahme, dass dort kleinere eingescheidete Bindegewebsbündel in grösseren gleichfalls eingescheideten enthalten seien. Auch mir sind, wenn auch verhältnissmässig recht selten Bilder vorgekommen, welche dafür zu sprechen scheinen, dass die Zellen der Scheide Fortsätze auch in das Innere des Bündels hineinschicken. Einzelne in der Längsaxe der Bindegewebsbündel verlaufende elastische Fasern sind ein fast regelmässiges Vorkommniss. Doch scheinen diese mit der Substanz der Scheide in keinerlei Verbindung zu stehen. Nicht selten zeigen diese Fasern eine feine kernhaltige Anschwellung. Sonst sieht man in dem Inneren speciell der feineren Bündel keine Spur einer Zelle oder eines Zellenrestes ebensowenig wie in dem Inneren eines der Bindegewebsbündel, die die letzten Constituenten der Sehne darstellen und denen diese Bündel als homolog anzusehen sind. Die zelligen Elemente der feineren Bündel gehören alle der Oberfläche derselben an und auch bei den Bündeln stärkern Kaliber's gehören Zellen und Zellenreste, die im Innern derselben gelegen sind, jedenfalls nicht zu den häufigen Vorkommnissen.

Doch ich kehre zu der Oberfläche dieser Bindegewebsbündel zurück. Mit dem Structurverhältniss, welches ich oben nachgewiesen habe und von welchem die Ansichten Rollet's und Reichert's gleichsam nur die beiden Extreme repräsentiren, ist noch lange nicht Alles erschöpft. Es finden sich Bilder, wo entschieden eine ganz andere Structur vorliegt, wie die oben geschilderte, wo eine ziemlich regelmässige mehr oder minder vollständige Lage von abgeplatteten Zellen die Bindegewebsbündel bekleidet. Aber auch hier liegt, trotzdem dass es auf den ersten Blick so scheinen möchte, dennoch kein neues Princip vor, sondern es finden sich auch hier Uebergänge, die dieses Structurverhältniss mit dem oben geschilderten verknüpfen und es gleichfalls nur als eine besondere Form desselben erscheinen lassen.

Zum Beweise des Gesagten verweise ich zunächst auf Fig. 30, wo auf eine kurze Strecke ein und desselben Bindegewebsbündels zusammengedrängt beide Structuren sich neben einander finden und in einander übergehen. Man überzeugt sich, dass die abgeplatteten

---

1) Müller's Archiv 1858. S. 430. Fig. 6, 7.

polygonalen Zellen, die das Bündel unvollständig bekleiden, nicht etwa als heterogene Elemente auf der structurlosen Scheide aufsitzen, sondern dass sie wirklich integrirende Bestandtheile derselben darstellen und also ganz den sternförmigen Zellen vergleichbar sind. Manche dieser polygonalen Zellen erscheinen an ihren Ecken sogar in deutliche Streifen ausgezogen, die in die Substanz der Haut übergehen, sodass auch in dieser Beziehung ein Uebergang dieser Zellen in die exquisit sternförmigen nicht zu verkennen ist.

Das in Fig. 31 abgebildete Bindegewebsbündel zeigt eine sehr reichliche Bekleidung von diesen abgeplatteten Zellen. Es lässt sich an derartigen Bildern oft nicht entscheiden, ob diese Zellen unter sich noch wieder zu einer einheitlichen Haut verschmolzen sind, oder ob jede dieser Zellen sich ihre Gränzen und ihre Selbstständigkeit bewahrt hat. In letzterem Falle würde man die Bekleidung des Bindegewebsbündels unbedenklich ein Endothel nennen können, eine Bezeichnung auf deren Berechtigung ich noch ausführlicher zurückkommen werde. Ob diese Endothelien das Bindegewebsbündel vollständig oder nur unvollständig umhüllen, ob die fibrilläre Substanz des Bindegewebsbündels niemals ohne Bekleidung bleibt oder ob sie an einzelnen Stellen auch bloss zu Tage liegt, wird sich in dem einzelnen Falle nie sicher entscheiden lassen, da ich bemerkt habe, dass selbst bei der schonendsten Präparation eine Menge abgeplatteter Zellen sich von der Oberfläche des Bindegewebsbündels loslösen und abfallen. Doch ist es mir im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die aus diesen abgeplatteten Zellen zusammengesetzte Hülle nicht immer eine vollständige ist. Es entspricht dieses Bild der Schilderung, die zuerst Leber von dem interstitiellen Bindegewebe zwischen den beiden Opticus-Scheiden entworfen hat, und die sich später bei Iwanoff und Rollet sowie bei Schwalbe wiederfindet.

Noch ein Punkt bleibt zu besprechen, ehe ich diese Monographie der verschiedenen Formen, welche die die Bindegewebsbündel bekleidenden zelligen Elemente annehmen können, schliesse. Schon Iwanoff und Rollet beschreiben kleine grobkörnige protoplasmatische Zellen von unregelmässig rundlicher Gestalt, die der äussern Oberfläche der Bindegewebsbündel anhaften und ankleben, und werfen die Frage auf, ob diese Zellen nicht etwa farblosen Blutkörperchen oder Wanderzellen entsprechen dürften. Auch mir sind an der Pia mater derartige Bindegewebsbündel nicht selten vorgekommen und

habe ich Fig. 32 zwei derselben abgebildet. Die Zellen gleichen in der That ganz den Wanderzellen. Doch bleibt zu berücksichtigen, dass wenn man mehrere derartige Bilder studirt und mit einander vergleicht, man bald zu der Einsicht gelangt, dass ebenso wie von den exquisit sternförmigen zu den abgeplatteten polygonalen Zellen, so von letzteren zu den protoplasmatischen rundlichen Zellen Uebergänge vorkommen, sodass man in der That nicht weiss, ob man die Zellen des einen Bündels als fixirte Endothelzellen oder die des daneben liegenden als demselben nur temporär anhaftende Wanderzellen ansehen soll. Ja, neben einanderliegende Zellen ein und desselben Bündels setzen den Beobachter oft in eine gleiche Verlegenheit. Die Sache liegt so, dass meiner Meinung nach an conservirten Präparaten die Frage: ob Wanderzelle, ob fixe Endothelzelle überhaupt nicht discutirbar ist.

Ich habe daher zur Untersuchung des lebenden Gewebes auf dem heizbaren Objecttisch meine Zuflucht genommen. Die Untersuchung laborirte an grossen Schwierigkeiten. Ich musste oft eine halbe Stunde nach dem Herauspräpariren der Pia eines frisch getödteten Thieres herumsuchen, ehe ich die günstigen Stellen zur Beobachtung fand, wo die Bindegewebsbündel mit Zellen bekleidet waren von einem derartigen Habitus, dass man von ihnen amöboide Bewegungen erwarten zu können glauben durfte. Dann waren aber amöboide Bewegungen niemals mehr zu constatiren. Die Frage bleibt also vorderhand noch eine offene, da ich ein unter derartigen Umständen erhaltenes negatives Ergebniss keineswegs als gegen die amöboide Natur der fraglichen Zellen beweisend ansehen kann.

Hier an dem Schlusse des dritten Capitels meiner Untersuchungen, in denen ich bis jetzt mich nur mit der Structur der verschiedenen Formen des erwachsenen Bindegewebes beschäftigt habe, und ehe ich dazu übergehe, die Vorgänge bei der Bindegewebsentwickelung zu skizziren, halte ich es für angemessen, zu untersuchen, welche allgemeinen characteristischen Züge der verschiedenen bisher betrachteten Formen des Bindegewebes gemeinsam sind, d. h. vergleichend histiologisch gesprochen, welche Homologieen unter denselben vorkommen.

Strenge genommen sollte ich mich bei dieser Auseinandersetzung einzig und allein beschränken auf die drei Gewebsformen,

die ich in den vorliegenden Untersuchungen monographisch behandelt habe. Anfänglich war dies auch meine Absicht. Es ist stets nur zum Unheil unserer Wissenschaft gewesen, wenn ein Forscher allgemeine Schlüsse zu ziehen versucht hat unter Benutzung von Thatsachen, die er nicht selber, sondern die ein anderer constatirt hat. Dennoch habe ich mich entschlossen, den Kreis von Gewebsformen, deren Homologieen ich untersuchen wollte, etwas weiter abzustecken, als derselbe durch die vorliegenden Monographieen abgegränzt war. Selbstverständlich habe ich es verschmäht über Gewebe zu raisonniren, deren Morphologie ich nicht auf Grund eigener Untersuchungen absolut beherrscht hätte. Ich habe nur solche Gewebe berücksichtigen zu dürfen geglaubt, über die in der neueren Literatur Untersuchungen vorlagen, deren Resultate ich auf Grund sorgfältiger Nachuntersuchungen bestätigen und zu meinen eigenen anatomischen Erfahrungen und zu meinem eigenen geistigen Eigenthum machen gekonnt hatte.

Die Gewebe der Bindesubstanz, die ich bei dieser Auseinandersetzung berücksichtigen werde, sind also folgende:

1) Das Gewebe der Sehne.

2) Des Knorpels in der Achillessehne des Frosches.

3) Die isolirt verlaufenden Bündel fibrillären Bindegewebes, wie sie im Cavum subarachnoidale und an andern Localitäten vorkommen.

4) Die Membrana propria der acinösen Drüsen, deren Structur ich bereits früher ausführlich behandelt habe [1]).

5) Das eigenthümliche Gewebe, welches Schwalbe [2]) aus der Gegend des Cornealfalzes als „endotheliale Auskleidung des Canalis Schlemmii" beschrieben und abgebildet hat. Die interessante Uebereinstimmung, welche die Aufschlüsse Schwalbe's mit der von mir gewonnenen Anschauung über die Structur der acinösen Drüsen darboten, war für mich die Veranlassung zu einer sehr eingehenden Nachuntersuchung, die die Angabe Schwalbe's über die Structur dieses Gewebes durchaus nur bestätigen konnte. Ob hingegen Schwalbe wirklich Recht hat, dies Gewebe als die Innenwand des Schlemm'schen Canales in Anspruch zu nehmen ist eine andere

1) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869.

2) Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begränzungen. II.; dieses Archiv VI, S. 305. Taf. XVIII. Figg. 30—32.

Frage, die ich nicht so unbedingt bejahen möchte, an der mir vielmehr erhebliche Zweifel aufgestossen sind. Da eine derartige Erörterung doch zu weit von dem eigentlichen Thema dieser Untersuchung abführen würde, so verzichte ich an dieser Stelle auf dieselbe und will hier nur bemerken, dass wenn ich kurzweg dieses Gewebe als das „Gewebe des Canalis Schlemmii" bezeichne, dieser Name vorderhand nichts präjudiciren soll.

6) Die gewöhnlich Capillargefässe enthaltenden Bindegewebszüge, welche die von Ludwig und Tomsa[1]) entdeckten Lymphräume zwischen den Samenkanälchen durchziehen. Schon an einer anderen Stelle[2]) hatte ich der Anatomie derselben einige Aufmerksamkeit gewidmet. Später fand ich, dass dieselben bereits schon Leydig[3]), Kölliker[4]) und Henle[5]) bekannt gewesen waren. Ich untersuchte dieselben darauf genauer und war es meine Absicht, im Anschluss an das vorliegende Capitel meiner Untersuchungen eine ausführliche Beschreibung dieses Gewebes zu geben. Dieser Aufgabe fühle ich mich jetzt enthoben durch die erschöpfenden Mittheilungen, welche die schönen Untersuchungen v. Ebner's[6]) über diesen Gegenstand enthalten, auf die ich hiermit verweise[7]).

1) Die Lymphwege des Hodens und ihr Verhältniss zu den Blut- und Samengefässen. Wiener acad. Sitzungsber. Math. Naturw. Cl. XLVI. 221. 24. April 1862.

2) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869. S. 19.

3) Histiologie S. 495.

4) Handbuch der Gewebelehre 1867. S. 524.

5) Anatomie II. S. 358.

6) Untersuchungen über den Bau der Samenkanälchen und die Entwickelung der Spermatozoiden bei den Säugethieren und beim Menschen. Rollet's Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histiologie in Graz. Zweites Heft. 1871.

7) Indem ich die Reihe der bei dieser Untersuchung von mir zu berücksichtigenden Gewebe, so willkürlich auf die sechs oben erwähnten beschränke, muss ich mich entschuldigen, dass ich nicht wenigstens noch drei Gewebe, über welche neuere in dem oben angedeuteten Sinne geführte Untersuchungen vorliegen, in den Kreis meiner Betrachtungen gezogen habe. Das erste derartige Gewebe ist das Endothel der serösen Häute. über welches Rindfleisch und Münch (Rindfleisch, Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre S. 202) neuerdings so interessante Aufschlüsse beigebracht haben. Mir standen über diesen Gegenstand nicht ausreichende Erfahrungen zu Gebote.

Aus dem Studium dieser Formen des Bindegewebes lassen sich folgende allgemeine Grundsätze über die Structur des erwachsenen Bindegewebes ableiten:

1) Die Form der Zellen des Bindegewebes ist eine sehr verschiedene. Neben den rundlichen Zellen wie diejenigen, welche die Bindegewebszüge der Lymphräume des Hodens zusammensetzen und die ich in ähnlicher Weise auch von der Oberfläche gewisser Bindegewebsbündel beschrieben habe, finden sich vorzugsweise jedoch Zellen deren Dimensionen vorwiegend nach einer Richtung hin entwickelt sind und deren Formen im wesentlichen einer sehr flach ausgezogenen Platte entsprechen; die Grösse dieser Zellen ist mitunter eine sehr beträchtliche.

2) Ebenso und parallel mit der Form schwankt der Protoplasmagehalt der Zelle. Während die rundlichen Zellformen ein deutliches körniges Protoplasma zeigen, ist dasselbe bei den mehr abgeplatteten Formen fast völlig verchwunden und an die Stelle desselben eine klare elastische Platte getreten. Körniges Protoplasma befindet sich noch in ziemlicher Menge in den abgeplatteten Zellen, welche ich als Bekleidung der Bindegewebsbündel von der Basis cerebri beschrieben habe. In sehr geringer Menge ist dasselbe

---

Der zweite Fall betrifft das subcutane Bindegewebe. Ich bin in der Lage die Angaben von Ranvier (Archives de Physiologie normale et pathologique. II. 1869. S. 483), die Flemming (dieses Archiv VII. S. 38) im Wesentlichen bestätigt hat, gleichfalls bestätigen, jedoch dabei nicht unbeträchtlich erweitern zu können, indem es mir gelungen ist, die mit Spiralfasern umwundenen Bindegewebsbündel, die bei Ranvier (man vergleiche nur seine Figur 7) noch als selbstständige Gebilde unvermittelt mit den übrigen Structurverhältnissen des Bindegewebes dastehen, auf einen besonderen Fall des grossen Princip's zurückzuführen, welches Ranvier als das Fundamentalprincip der Structur des Bindegewebes überhaupt erkannt und hingestellt hat. Aeussere Gründe veranlassen mich, diese Auseinandersetzung, deren Begründung mir erst während des verflossenen Winters völlig gelungen ist, hier bereits in voller Ausführlichkeit zu geben und halte ich es daher nur für correct, dieses Gewebe vorderhand noch unberücksichtigt zu lassen. Das dritte Gewebe endlich, dessen Behandlung man an dieser Stelle vermissen dürfte, ist die Cornea. Seit längerer Zeit bin ich mit Untersuchungen über dieselbe beschäftigt, die vermuthlich jedoch noch längere Zeit bis zum völligen Abschlusse brauchen werden. Ich halte es für das Beste, mein allerdings bereits feststehendes Urtheil in dieser jetzt so acuten Controverse (Schweigger-Seidel, Leipziger physiol. Arbeiten 1870. Rollet, Centralbl. f. d. medizin. Wiss. 1871. S. 193) noch zu suspendiren.

nur noch vorhanden in den Zellen des sogenannten Knorpels der Achillessehne des Frosches. Gänzlich oder fast gänzlich ist es verschwunden in den elastischen Platten der Sehnen, der Membrana propria der Drüsen, des Gewebes des Canalis Schlemmii und der Mehrzahl der Bindegewebsbündel der Basis cerebri.

3) Gleichfalls in demselben Maasse wie die Form der Bindegewebszellen einer Platte ähnlich wird und das Protoplasma der Zelle schwindet, verliert sich auch die individuelle Selbstständigkeit der Zelle und ihre Gränzen werden unsichtbar. Während die rundlichen Zellen der Bindegewebsstränge des Hodens und der Bindegewebsbündel der Pia mater durchaus selbstständige Zellindividuen sind, und auch die protoplasmatischen abgeplatteten Zellen der Bindegewebsbündel sowie die Zellen aus der Achillessehne noch eine deutliche Abgränzung gegen einander zeigen, sind wirkliche Zellengränzen in denjenigen Geweben, wo die Umwandlung der ursprünglich protoplasmatischen Zellen in elastische Platten noch weiter vorgeschritten ist, kaum noch oder schon gar nicht mehr nachzuweisen. So kommt es in der Sehne, in der Membrana propria, in der Scheide der Bindegewebsbündel, in dem Gewebe des Canalis Schlemmii zur Bildung ausgedehnter Membranen und Häuten, deren Zusammensetzung aus Zellen man theils entwickelungsgeschichtlich, theils aus der Analogie sehr wohl erschliessen kann, die es aber im gegebenen Falle häufig eine Unmöglichkeit ist, in die einzelnen Zellenterritorien zu zerlegen, aus deren Verschmelzung die ganze Haut ursprünglich hervorgegangen ist.

4) Eine besondere Eigenthümlichkeit bieten diese so entstandene Membranen darin, dass in der homogenen Grundhaut mehr oder weniger strenge von der Substanz geschiedene stärkere Streifen oder Rippen auftreten. Derartige als homolog anzusehende Bildungen sind: die von mir sogenannten elastischen Streifen in den Zellplatten der Sehnen, die Rippen der Membrana propria und des Endothels des Canalis Schlemmii sowie die verdickten Streifen in der Scheide der Bindegewebsbündel. Höchstwahrscheinlich hängen mit diesen elastischen Zellplatten auch stets die im Innern der Bindegewebsbündel verlaufenden feinen elastischen Fasern zusammen in der Weise, wie mir es für die feinen elastischen Fasern der Sehnenbündel (allerdings nicht für die Bündel des lockeren Bindegewebes) nachzuweisen gelungen ist.

5) In der Mehrzahl der Fälle liegen diese Zellen, die daraus

hervorgegangenen elastischen Platten und die aus der Verschmelzung der letzteren entstandenen elastischen Membranen den Bündeln fibrillären Bindegewebes oberflächlich auf (in den Sehnen, in den lockern Bindegewebsbündeln und in dem sogenannten knorpeligen Theil der Achillessehne des Frosches), mit denen sie stets mehr oder weniger innig verkleben. Doch ist die Existenz der Zellen und der aus der Verschmelzung derselben hervorgegangenen Häute nicht immer an die gleichzeitige Anwesenheit fibrillären Bindegewebes gebunden, sondern dieselben kommen auch isolirt und ohne nachweisbaren direkten Zusammenhang mit Bündeln fibrillären Bindegewebes zur Beobachtung. Dies ist der Fall mit dem Endothel des Canalis Schlemmii, dem interstitiellen Gewebe des Hodens[1]) und der Membrana propria der Drüsen[2]).

Ich schliesse diesen Abschnitt meiner Untersuchungen mit einigen historischen Bemerkungen.

Es hat sich herausgestellt, dass ein unmerklicher Uebergang stattfindet bei den verschiedenen Formen des Bindegewebes von der Bekleidung der Bindegewebsbündel durch einen continuirlichen Belag aneinandergereihter, correct begränzter abgeplatteter Zellen bis zur theilweisen oder völligen Umscheidung derselben durch Membranen, deren Zusammensetzung und Verschmelzung aus einzelnen Zellen oft durch kein Mittel mehr nachzuweisen war.

Hierdurch hat eine Auffassung eine Stütze erhalten, die zuerst

---

1) In dem Hoden des Kaninchens ist es Regel, dass die Capillaren mit einer continuirlichen Schicht theils rundlicher theils abgeplatteter protoplasmatischer Zellen bekleidet werden, ohne dass sich auch nur eine Spur fibrillären Bindegewebes zwischen Capillarwand und diese Zellenschicht einschiebt.

2) Ich muss diesen Punkt ganz besonders gegenüber einer Bemerkung von Ranvier (H. Frey, Traité de la Histiologie et de la Histiochimie, traduit par Spillmann adnoté par Ranvier. Paris 1869. S. 437) hervorheben, welcher die zum Lymphsystem gehörigen Interstitien zwischen den einzelnen Alveolen der acinösen Drüsen durch platte Zellen ausgekleidet sein lässt, die Bündeln fibrillären Bindegewebes anliegen sollen. Diese Angabe Ranvier's ist unrichtig. Erneute Untersuchungen dieses Objectes haben mich von der Unrichtigkeit dieser Angabe überzeugt, obwohl ich (vergl. mein Referat im Med. Centralbl. 1870 S. 486) ursprünglich mit dem besten Willen, diese Angabe zu bestätigen, an die Untersuchung heranging.

von His in einer classischen Untersuchung[1]) entwickelt worden ist; die Auffassung nämlich, dass sämmtliche in das Bindegewebe, in das Gewebe des sogenannten mittleren Keimblattes eingelassene Hohlräume als gleichwerthig und in gewissem Sinne gleichartig anzusehen und in einen gewissen Gegensatz zu stellen sind gegenüber den Höhlen, die durch Producte des oberen und des unteren Keimblattes begränzt werden. Auch auf die Unterschiede, welche die diese beiden Arten von Hohlräumen begränzenden Zellen zeigen, hat His bereits aufmerksam gemacht und dieselben, die sonst in der grossen Classe der Epithelien ein gemeinsames Unterkommen gefunden hatten, in die beiden grossen Abtheilungen der unächten und ächten Epithelien, der Endothelien und der Epithelien geschieden.

Ranvier gebührt das Verdienst, einen grossen und wichtigen Schritt zur Vervollkommnung dieser Lehre gethan zu haben. Während His sich begnügt hatte, eine endotheliale Auskleidung nur den grösseren, makroskopischen Höhlen des mittleren Keimblattes zuzuschreiben, dehnte Ranvier dies Princip auch auf die kleinsten Höhlen desselben aus und wies nach, dass die Zellen des fibrillären Bindegewebes selbst, die Bindegewebskörperchen der Cellularpathologie, nichts anderes seinen als Endothelien, die einerseits der Oberfläche der Bindegewebsbündel aufliegen, andererseits die kleinsten Hohlräume des Bindegewebes, die Interstitien desselben begränzen, austapeziren und so gleichsam zu kleinsten serösen Höhlen machen. Hiermit stand im engsten Zusammenhang die Anschauung Ranvier's, dass allenthalben den Bindegewebsbündeln Zellen von einer bestimmten Form, die den Endothelien der wirklichen serösen Höhlen möglichst ähnlich sein sollte, abgeplattete polygonale protoplasmatische Zellen anliegen sollten.

Die vorstehenden Untersuchungen haben ergeben, dass eine derartige Regelmässigkeit in der äussern Form der die Bindegewebsbündel bekleidenden Zellen nicht existirt, sondern dass fast jede Form, jeder Alterszustand des Bindegewebes seine besondere Zellenformen besitzt. Dem Ranvier'schen Ideal vom Bindegewebe möchte das Gewebe aus der Achillessehne des Frosches noch am nächsten kommen. An vielen andern Stellen des Bindegewebes jedoch, in der erwachsenen Sehne z. B. und in der Scheide der Bindegewebs-

1) Die Häute und Höhlen des Körpers. Academisches Programm. Basel. Schweighauser 1865.

bündel sind die einzelnen Endothelien zu einer untrennbaren Membran verschmolzen, und wenn eine entwickelungsgeschichtliche oder vergleichend histiologische Untersuchung auch wohl die Gleichwerthigkeit dieser Membran mit einem Endothel feststellen kann, so ist es doch gleichzeitig auch eine unleugbare Thatsache, dass in der Mehrzahl der Fälle das von Ranvier gegebene Schema der „grossen abgeplatteten Bindegewebszelle" ein viel zu enges ist, um die endlose Mannigfaltigkeit der hier sich darbietenden Formen in sich zu begreifen [1]).

Noch in einem anderen Punkte differiren die von mir gewonnenen Resultate von denen Ranvier's. Nicht bloss dass ich das von ihm gegebene Schema gleichsam quantitativ erweitere. Ich halte es auch für nöthig die Qualität dieser Zellen des Bindegewebes überhaupt etwas anders zu bestimmen als Ranvier gethan hat. Während diese Zellen nach Ranvier in der Mehrzahl der Fälle dünn ausgezogene flache Protoplasmaplatten darstellen, finde ich, dass in einer sehr grossen Anzahl von Fällen der Protoplasma bei der Bildung dieser Platten ein durchaus verschwindender Factor ist und dass vielmehr diese Zellplatten aus einer Substanz bestehen, die höchst wahrscheinlich früher einmal Protoplasma war, jetzt aber durchaus einer elastischen glashellen Lamelle gleicht [2]).

---

1) Es ergiebt sich aus dieser Auseinandersetzung das Bedürfniss einer rationellen Terminologie für die dieser Kategorie angehörigen mehr oder weniger umgewandelten und mit einander verschmolzenen zelligen Elemente. Die Bezeichnung „endothelial" auf dieselben anzuwenden kann ich nicht für passend erachten. His hat dieselbe ausdrücklich nur eingeführt für zellige Elemente, die sich von Epithelien weniger durch objective Kennzeichen als durch ihre Abstammung und ihre physiologische Werthigkeit unterscheiden. Zu welchen Unzuträglichkeiten eine Ausdehnung dieser Bezeichnung auf die ganze Kategorie dieser Gewebe führen würde, das zeigen am besten die Arbeiten Schwalbe's über die Begränzungen der Lymphbahnen des Auges. Auch ich selber habe früher (Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus S. 33) mit dieser Bezeichnung einen unverantwortlichen Missbrauch getrieben. Diesen Unzuträglichkeiten zu begegnen und doch den Resultaten der vergleichenden Histiologie ihr Recht zu lassen, schlage ich hiermit vor, die Bezeichnung „endothelial" nur für solche Fälle zu reserviren, wo wie z. B. in der Auskleidung der serösen Höhlen in der That eine morphologische Uebereinstimmung mit dem Epithel vorliegt, für die übrigen Fälle aber sich der Bezeichnungen „endothelartig" oder „endothelioid" zu bedienen.

2) Diese Auffassung der „Bindegewebskörperchen" als zum elastischen Gewebe gehörig oder wenigstens damit verwandt findet ein gewisses Analo-

Mit dieser verschiedenen Vorstellung von der normalen Structur dieser Zellplatten hängt auf das engste zusammen eine gleiche Differenz über die physiologische Wichtigkeit, die Ranvier und ich diesen Zellen zuschreiben. Bei Ranvier findet sich die Angabe, dass bei einer localen Sehnenentzündung diese Zellplatten sich durch Theilungsvorgänge u. s. w. activ betheiligen. Meine eigenen in dieser Richtung angestellten Versuche haben zu dem entgegengesetzten Resultate geführt. Ich behalte mir vor, bei Gelegenheit einer anderen grösseren Arbeit die Resultate meiner Untersuchungen über die Frage, ob und welche Veränderungen die fixen Bindegewebszellen sowohl bei electrischer Reizung als bei der Entzündung erleiden, ausführlicher mitzutheilen.

Erklärung der Abbildungen.

Kap. III.

Figg. 24—32. IX, 2. Aus dem Cavum subarachnoidale des Schafes. Verschiedene Typen der Bindegewebsbündel um die verschiedenen Formen der dieselben bekleidenden Zellen und den Uebergang derselben in die Scheiden zu zeigen. Sämmtliche Präparate sind einem Stück Arachnoides von einem Quadratzoll Fläche entnommen und mit essigsaurer Carminlösung behandelt.

---

gon in der „Kernfasertheorie", wie sie Henle in seiner Allgemeinen Anatomie 1841 zuerst vorgetragen hat. Vergl. oben S. 305. Sehr bemerkenswerth ist eine schon im Jahre 1865 hingeworfene Aeusserung eines unserer ausgezeichnetsten Histiologen, die die Quintessenz alles dessen bereits enthält, was ich in diesen Blättern des Ausführlichen zu zeigen versucht habe: „Vielleicht ist es eine ganz allgemeine Eigenschaft der Bindegewebsgruppe, nachträglich elastische Gränzsäume gegen die in ihr vorhandenen Hohlräume und Lückensysteme auszubilden." Waldeyer, Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Zähne. II. Abth. Zeitschr. f. rationelle Medicin. Dritte Reihe. XXIV. S. 196.

Weitere Mittheilungen zur Physiologie der Fettzelle[1]).

Von

Dr. **W. Flemming**,
Prosector und Privatdocent in Rostock.

Hierzu Taf. XXVIII.

I. Ueber Formen des Fettzellenschwundes.

Seit der Veröffentlichung des citirten Aufsatzes habe ich mich mit Untersuchungen über die Histiologie einestheils des Fettschwundes, anderntheils der Entzündung der Fettzelle beschäftigt. Beide auseinanderliegende Wege haben zunächst zu meiner eigenen Ueberraschung zusammengeführt auf Thatsachen, welche mir wegen ihrer Neuheit wie auch wegen ihrer Beziehungen zur allgemeinen Entzündungslehre die Mittheilung zu verdienen scheinen.

Schon früher hatte ich bei Thieren, deren Ernährungszustand bei der Tödtung nicht näher controlirt gewesen war, hie und da im Fettgewebe[2]) rundliche Häufchen von kleinen Zellen bemerkt, welche ganz oder nahezu den Raum einer vollen Fettzelle einnahmen. Ich fand diese Dinge, die mir anfangs räthselhaft geblieben waren, dann

1) Vergl. dies Archiv Bd. 7, H. I, p. 32.

2) Wenn ich diese Bezeichnung der Bequemlichkeit halber anwende, so will ich vorweg bemerken, dass ich mich damit nicht den Ansichten Toldt's anschliesse, welcher mit jenem Ausdruck ein vom Bindegewebe gänzlich verschiedenes „Organ" begreift. (Vergl. Abschn. 3.)

in besonderer Menge bei einem jungen Hund vor, welcher 14 Tage lang absichtlich schlecht genährt und darauf 2 Tage gemästet worden war. Es musste das die Frage stellen, ob sie Resultate der Mästung, oder der Atrophie, oder endlich anderer Einflüsse seien. Die erstere Möglichkeit konnte ich sehr bald bei Seite weisen. Bei den Präparaten von sicher fettansetzenden Thieren, an welchen ich früher die Entwickelung der Fettzelle untersucht hatte, war mir nie etwas der Art aufgefallen; weitere Experimente ergaben das Nämliche. Bei vier jungen Kaninchen, die ich vom Säugling auf fortwährend in reichlicher Ernährung hielt, bei einem Wochen lang gemästeten Meerschwein und mehreren Säuglingen und Embryonen von Rind und Hund fand ich stets nur die Bestätigung dessen, was ich am a. a. Orte über Fettzellenentwicklung mitgetheilt habe: Neubildung von solchen aus fixen Bindegewebszellen der Gefässadventitien [1]) und Vermehrung der alten Fettzellen durch Abschnürung; aber Nichts von jenen fraglichen Zellenhaufen.

Sofort aber fand ich dieselben wieder, wo ich ein Thier in Atrophie versetzte; und ich muss mich selbst einer Versäumniss anklagen — die ich allerdings mit allen früheren Beobachtern theile — dass ich nicht schon bei meiner vormaligen Behandlung

1) Den dortigen Angaben über diesen Punct will ich hier noch eins hinzusetzen, was sich mir immer bestimmter herausstellte: es scheint dass ausser den adventitiellen Bindegewebszellen der Gefässe — wie ich diejenigen nenne die an Oedempräparaten mit der Gefässwand zwar oft anastomosiren, aber doch räumlich davon isolirt sind (s. z. B. die Zellen a a Fig. 6 u. 11 der hier beigegebenen Tafel) — auch die Zellen, welche noch der Gefässwand selbst angehören (Fig. 11 g an der Arterie, Fig. 6 g an der Capillare) zuweilen Fett in sich ansammeln und zu wirklichen grossen Fettzellen werdend, sich von der Gefässwand abblättern. Namentlich bei Embryonen sind solche Bilder oft zu sehen. — Im Anfang jener Untersuchung war ich geneigt, dieselben auf farblose Blutzellen zu beziehen, welche im Durchwandern der Gefässwand sich mit Fett füllten; es zeigte sich aber dass, so lange die Fettfüllung solcher Zellen noch gering ist, sie stets in gestreckter, spindelförmiger Gestalt dicht an der Gefässwand anzuliegen pflegen; erst wenn sie durch grössere Fettfüllung ausgedehnt werden, sich in rundlicher Form davon abheben (ich verweise dabei auf einige Zellen der Fig. 17, T. 7, l. c.). Ueberhaupt bekommt man von solchen Bildern des embryonalen Gewebes unwillkürlich den Eindruck, als ob von den sprossenden Gefässen abblätternd, um den Ausdruck zu brauchen, sich Zellen ins Gewebe hinausschieben die dann fixe Bindegewebszellen werden.

der Fettatrophie diese Dinge bemerkt und erwähnt habe; denn sie sind häufige, wahrscheinlich constante Begleiter des Fettschwundes.

Das gewöhnliche, in seinen Hauptzügen schon lange bekannte histiologische Bild des Letzteren, das ich an jenem Orte beschrieb, ist bei den fertigen Fettzellen geborener Thiere kurz wiederholt dies: der Fetttropfen in der Zelle erscheint verkleinert, meistens einige kleine Tröpfchen daneben, und um ihn her, durch einen flüssigkeitshaltigen Hohlraum von ihm getrennt, spannt sich einstweilen noch in ihrem alten Umfang und ihrer alten Rundung die Zellenkapsel, welche ihn früher fest umschloss, stets übrigens im Inneren um den Kern etwas körniges Protoplasma enthaltend. Ich sagte so eben: einstweilen noch, denn ich habe schon früher betont und werde auch hier noch darauf zurückzukommen haben, dass dies Bild sich später ändert.

Zwischen diesen abmagernden Zellen nun trifft man hie und da eins der beschriebenen Zellenhäufchen; und man trifft ferner Bilder, welche die Genese der Letzteren hinreichend illustriren können. In einzelnen der einfach atrophischen Fettzellen nämlich, von denen vorher die Rede war, zeigen sich um den verkleinerten Fetttropfen statt des einen, alten, mehrere Kerne; in einzelnen dann so viele, dass der ganze Zwischenraum zwischen Fett und Zellenkapsel von ihnen erfüllt wird; in wieder anderen ist der schon sehr viel geringere Fettinhalt wie erdrückt von der Masse der umgebenden Kerne — oder wie man schon sagen muss, Zellen, denn die Kerne zeigen sich, wo man sie noch isolirt betrachtet, umgeben von einer Schicht feinkörniger Masse; und endlich bei anderen Formen ist das Fett ganz verschwunden, man hat einen rundlichen Klumpen jener feinkörnigen Masse ganz mit Kernen durchsetzt, oder wie man eben so gut sagen kann einen Haufen, ein Nest dichtgedrängter junger Zellen — das Ganze eben so gross, oder auch etwas grösser oder kleiner, wie eine volle Fettzelle desselben Ortes war.

Ich werde im Folgenden diesen Zustand als den der Wucher-Atrophie oder atrophischen Wucherung, gegenüber jenem andern der serösen Atrophie bezeichnen.

Ehe ich auf das Detail dieser Bilder eingehe, möchte ich den Leser sicher stellen, dass ich darin nicht bloss etwas Ausnahmsweises, vielleicht anderweitig Pathologisches vor mir gehabt habe.

Ich fand dieselben wieder bei allen Hungerexperimenten, die

ich in erforderlicher Weise anstellte und deren genauere Daten ich weiter unten anführen werde. (Vergl. am Schlusse von Abschnitt 2.) Die grosse Mehrzahl der Fettzellen in den constanten grossen Fettlagern — Inguinal- und Achselfalte, Nierengegend, Mesenterium — wird dabei zunächst von der serösen Atrophie betroffen: wie es mir scheint, wie ich es aber noch nicht als Behauptung hinstellen will, zuerst vorwiegend das Unterhautgewebe und Mesenterium, später das Nierenfett. Uebrigens fängt die Atrophie der Zellen nicht überall zugleich an und schreitet gleichmässig fort, sondern es zeigen sich manche Läppchen noch intact, während andere schon atrophisch sind (schon von Toldt bemerkt, vergl. Abschn. 2); immer scheint es mir dabei, als ob die jüngsten, das heisst die am weitesten ins fettlose Gewebe vorgeschickten Sprossen der Fettlager zuerst betroffen werden. Im Anfang der Abmagerung fand ich daneben bloss einzelne Zellen im atrophisch-wuchernden Zustand, in vielen Läppchen gar keine, so dass man oft sehr danach suchen muss; nach 8—14tägigem starkem Schwund aber mehrt sich ihre Zahl immer mächtiger und es zeigen sich endlich die Läppchen von einfach atrophischen Zellen wie durchsät mit den wuchernden, was ihnen schon makroskopisch ein schmutziggelbes Aussehen giebt und besonders deutlich an Carminpräparaten bei schwacher Vergrösserung auffällt.

Fragen wir nach dem genaueren Habitus des Wucherungsvorgangs: zunächst, wie die Kerne entstehen mögen. Ich sagte schon, dass ich die Ausgangsstadien in den mehrkernigen, serös atrophischen Fettzellen suchen möchte, welche so vielfach zur Beobachtung kommen (Fig. 1 b β, 4 α sind Beispiele davon): man sieht in der That an manchen Kernen solcher einfach atrophischer Zellen doppelte Kernkörperchen und Biscuitformen, und wird danach wohl mit Wahrscheinlichkeit auf fortgesetzte Kerntheilungen schliessen müssen. Dass eine Fettzelle übrigens nicht schon stärker serös-atrophisch zu sein braucht um die Wucherung zu beginnen, wird sich weiter unten zeigen. — Das Protoplasma der Fettzelle erscheint, wo Kernvermehrung vorhanden ist, gewöhnlich besonders massig und durch Carmin-Tinction besonders geröthet; und oft hat es sich von der noch erhaltenen Hülle entfernt und liegt in einer Form, welche der einer fixen Bindegewebszelle gleich oder ähnlich ist, neben dem Fett und den endogenen Elementen wie frei im Inneren. (Fig. 5 in mehreren Zellen.)

Die Weiterentwicklung des Vorgangs erfolgt nun nicht überall so schematisch, wie ich ihn weiter oben zur Uebersicht darzustellen für gut fand. Die Membran — so wollen wir die Kapsel des Fetttropfens einstweilen einmal nennen, unerörtert ob sie ganz Protoplasma ist oder nicht — bleibt bald schon in den Anfangsstadien der Wucherung nicht erhalten, sondern zeigt sich wie an einer Seite auseinanderklaffend (Fig. 5); bald besteht sie auch noch länger fort und lässt sich, wenn selbst schon der Fettinhalt verschwunden und nur ein Zellennest vorhanden ist, um dieses her noch als zarter Contour wahrnehmen (Fig. 4 δ). — Die endogenen Zellen aber ihrerseits scheinen nicht immer so lange in ihrer Mutter zu bleiben, bis dieser Zustand erreicht ist. Denn man begegnet, namentlich in den späteren Stadien rapiden Schwundes, sehr häufig Bildern in denen noch eine continuirliche Membran und in ihr noch ein ansehnlicher Fetttropfen vorhanden ist, daneben aber nur einzelne zum Theil recht ansehnliche Zellen darin. (Fig. 5 γ.) Umher aber im Gewebe, zwischen den wuchernden und serös atrophischen Fettzellen, finden sich Massen von ganz ebensolchen, kleineren oder grösseren, körnigen Elementen, grobkörnigen Wanderzellen ganz ähnlich; und man wird nach den zur Beobachtung kommenden Bildern kaum in Zweifel sein, dass sie vielfach durch die Membran hinausgewandert sind.

Was wird nun weiter aus diesen Producten der Wucherung, diesen indifferenten Zellen oder „Keimzellen", wie sie nach Rollet's neuer Terminologie wohl würden heissen können? Da wir bei den Beispielen starker und rapider Atrophie, wie sie hauptsächlich der obigen Beschreibung zu Grunde liegen, die Fettläppchen selbst in denen Wucherung stattfand, und die Umgebung derselben von diesen Zellen durchsetzt finden, so liegt es am nächsten und ich nehme es auch an, dass sie wofern das Thier weiter lebt wie andere freie, lymphoide Zellen des Bindegewebes, denen sie ja so durchaus ähnlich sehen, weiter durch das Gewebe wandern, seine Lymphräume bevölkern, vielleicht auch in die Blutbahnen eindringen mögen. Möglich bleibt es freilich auch, dass sie theilweise oder alle dem Zerfall unterliegen.

Wozu aber diese Abkömmlinge der Fettzelle unter Umständen im Stande sind, dafür habe ich nun einen Beleg mitzutheilen, der auch von allgemeinerem Interesse ist.

Bei einem Kaninchen (Nr. 5 unten), welches 4 Tage lang einer mässigen Hungerkur unterworfen war, fanden sich unter den

schwach serös-atrophischen Zellen vieler namentlich junger Läppchen eine ziemliche Anzahl wuchernder. Einige von diesen zeigten Formen, wie sie oben als die Anfangsstadien dieses Processes beschrieben sind: Kernvermehrung um den schwindenden Fetttropfen, weitere Vollstopfung mit Kernen bis kleinen Zellen, bei noch wahrnehmbarer Membran. (Fig. 4, Zelle α, β, γ.) Aber daneben fanden sich zahlreiche andere, wo die neugebildeten Zellen nicht mehr rundlich, und die Membran nicht erhalten war: die ersteren zeigten vielmehr längliche, eckige, bis verästigte Gestalten, und man konnte nicht schöner auf einem Fleck nebeneinander Uebergangsformen von einer runden Zelle zur fixen Bindegewebszelle antreffen wie an diesen Wucherungsproducten, welche den schwindenden Fetttropfen der alten Fettzelle einschlossen. An einigen ist die Hülle der letzteren wie an einer Seite auseinandergefasert, und die ihr unmittelbar anlagernden Zellen strecken ihre Ausläufer dort hinaus (Fig. 2 β); an anderen ist von einer Membran überhaupt nichts zu sehen (Fig. 2 α), das Fett wird nur umgeben von einem Kranz wuchernder fixer Zellen. Diese und viele andere Zellen zeigen zugleich, dass der Process die Stufe der rundlichen Endogenzellen vielleicht ganz überspringen kann: man sieht hier keine solche, auch keinen einzelnen Kern, es scheint als ob das Protoplasma der Fettzelle direct in die jungen ausgewuchert wäre. Die Wucherung ist hier meistens nicht so massenhaft wie dort, wo nur runde Zellen entstehen: und es scheint zugleich, als ob die einzelnen Wucherungsproducte um so grösser und grosskerniger sind, je geringer ihre Zahl (vergl. Fig. 2 β und 2 α, 3). Zuweilen hat man deutliche Anastomosen der um den Fetttropfen liegenden mit seitab gelegenen Zellen (Fig. 3); diese letzteren können natürlich ebenso wohl solche sein die dort vorher schon lagen, als solche, die von der Fettzelle aus entstanden und abgerückt sind; das letztere ist mir wahrscheinlicher, um so mehr weil auch die hier angewandte Methode des Oedems solcher Abrückung behülflich ist.

Nicht unbemerkt kann ich dabei lassen, dass ich hie und da in den Fettläppchen derselben Thiere auch kleinere Häufchen von, zum Theil mehrkernigen fixen Bindegewebszellen gesehen habe, ohne dass irgend Fett zwischen oder an ihnen zu sehen war: nur bei dem Hund 1, der nach der Atrophie 2 Tage stark gemästet war, fand sich in einzelnen der Zellen dieser Häufchen Fett, gerade wie bei der Fettzellenneubildung (also wohl Wiederansatz).

Es können diese Zellenhäufchen spätere Stadien der wuchernden Fettzellenatrophie gewesen sein; sie können aber auch aus fettlosen fixen Zellen hervorgewuchert, und bei der nachträglichen Mästung zum Theil mit Fett gefüllt sein. (Vergl. hiefür Fig. 8.)

Dass die Fettzelle in der beschriebenen Weise fixe Bindegewebszellen[1]) produciren kann — denn solchen sehen die Abkömmlinge aufs Haar gleich — hat mich an sich nicht erstaunt gemacht, da ich ja früher (l. c.) so vielfach umgekehrt die Entstehung der Fettzellen aus fixen Bindegewebszellen beobachtet und als den regelmässigen Entwicklungsgang beschrieben habe. Ich musste mich aber fragen ob die Entstehung dieser Formen, gegenüber der von rundlichen Zellen, an bestimmte Bedingungen geknüpft sein möchte: und der Vergleich sämmtlicher vorliegender Experimente ergab da Folgendes: ausser bei dem genannten Thier fand sich diese Form der Wucherung bei dem Kaninchen Nr. 6, welches wie jenes mässiger, nur längerer Nahrungsentziehung ausgesetzt und dann kurze Zeit wieder gut gefüttert und bei dem oben besprochenen Hund (Nr. 1), bei dem dasselbe der Fall gewesen war. Dagegen fand ich sie bisher nicht bei Thieren, welche sofort in rasche und starke Atrophie versetzt waren.

Daraus darf man wohl schon schliessen, dass das Auswachsen der Keimproducte zu fixen Zellen vor Allem dort begünstigt ist, wo die Atrophie nicht sehr rapide eintritt. Ob es nun in letzterem Fall nicht auch dazu kommen kann, ist damit nicht entschieden. Es kann sehr wohl sein, dass auch von den bei rapider Atrophie entstandenen Endogenzellen[2]), nachdem sie die noch erhaltene Fettzellenhülle durchwandert haben, oder nach deren Schwinden auseinandergerückt sind, — viele

1) Ich wende diesen Namen, bei dessen Berechtigung ich nach Cohnheim's, Ranvier's und Anderer Vorgang und nach den Angaben meiner Arbeit l. c. wohl nicht zu verweilen brauche, überhaupt für alle die Zellen im Bindegewebe an, welche abgeplattet, vielgestaltig, in Ausläufer ausgezogen (bei Embryonen spindel- und sternförmig) sind, zum Theil untereinander und mit den Zellen der Gefässwände anastomosiren und an denen keine wesentliche Locomotion zu beobachten ist.

2) Man verzeihe mir das Abwechseln mit den Namen: es sind hiermit natürlich eben dieselben Producte der atrophisch-wuchernden Fettzellen gemeint, welche, wie aus dem Obigen hervorgeht, auch nicht immer stricte endogen entstehen brauchen.

oder selbst alle zu fixen Zellen sich umgestalten. Die sichere Feststellung von Uebergangsformen ist aber natürlich nicht möglich, wenn man die Zellen nicht mehr am Entstehungsorte nebeneinander hat.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich ferner, dass Wucherung in Fettzellen schon eintreten kann, ohne vorgängige stärkere seröse Atrophie; denn diese war bei allen umliegenden Zellen höchstens in mittleren Graden ausgesprochen (wie in Fig. 4 α). Mit Sicherheit folgt dies wenigstens aus dem Befund bei Kaninchen 5; bei Kaninchen 6 und Hund 1 könnte man denken, dass die Atrophie durch die schliessliche, kurze Wiederfütterung nachträglich ausgeglichen wäre. — Es sei weiter noch bemerkt, dass sich die Auswucherung zu fixen Bindegewebszellen besonders vielfach an jüngeren Fettläppchen fand, — welche sich durch die geringere Grösse ihrer Fettzellen immer gegenüber den älteren kennzeichnen.

Ich habe mich noch mit dem Verhalten des Fettinhalts der atrophischen — serösen wie wuchernden — Zellen zu beschäftigen.

Es ist schon bekannt, dass überhaupt häufig in atrophischen Fettzellen, neben dem verkleinerten oder an Statt des geschwundenen alten Fetttropfens eine Anzahl kleinerer Tröpfchen zur Beobachtung kommt. Untersucht man die anfänglichen Stadien der serösen Atrophie, so wird man bemerken, dass sich hier zunächst fast immer neben dem alten Tropfen ein oder mehrere mittelgrosse oder kleine Tropfen befinden, daneben zuweilen noch kleine und kleinste, einer aber fast immer an Grösse hervorragend [1]). Es erscheint, als ob die Zahl und anfangs auch die Grösse dieser „Nebentropfen", wie sie gegenüber dem alten Haupttropfen bezeichnet sein mögen, wächst, je mehr der letztere einschwindet; in späteren Stadien des Schwundes, wo der alte Tropfen ganz reducirt oder sehr verkleinert ist, zeigt sich, wie dies wohl jedem Untersucher atrophischen Fettes bekannt sein wird, ausserdem durch die ganze Zelle vertheilt oft eine grosse Anzahl solcher kleiner und kleinster Tröpfchen, die dann intensiv gelb gefärbt zu sein pflegen. Im Anfang

---

1) Um irgend einen Anhalt zu geben, will ich (aufs Ungefähre) Tropfen bis auf 0,02 mm. Durchmesser herab als grosse, zwischen 0,02 und 0,006 mm. als mittelgrosse, zwischen 0,006 und 0,001 mm. als kleine, und solche, unter 0,001 mm., welche sich noch deutlich durch Fettglanz characterisiren, als kleinste bezeichnen.

sind sie dagegen meist hell gefärbt und oft heller wie der gelblich aussehende alte Tropfen. Oft finden sich, in den serös-atrophischen wie in den wuchernden Zellen, ein oder mehrere farblose Tropfen, kleine bis grosse, bald von dem gelben Haupttropfen isolirt, bald ihm anliegend fast als hingen sie mit ihm zusammen (siehe viele der Figuren). Ich halte es für sehr möglich, dass diese letzteren Tropfen Artefacte sind, entstanden durch einen mechanischen Druck auf die Fettzelle, der sich bei der Herstellung der Präparate nicht durchaus vermeiden lässt, und erklärbar in der Weise, dass durch eine oberflächlich geronnene Schicht der Fettkugel der innere, flüssig und heller gebliebene Inhalt herausgequollen wäre. Bis ich darüber sicher entscheiden kann, mögen diese Verhältnisse so dargestellt bleiben wie sie sich an den Präparaten zeigen. Aber jene vorher besprochenen, an Zahl wachsenden, schon lange bekannten (vergl. z. B. in Frey's Handbuch) Nebentropfen sind wohl jedenfalls nicht so, sondern als Naturproducte aufzufassen, schon deshalb weil sich solche, wie demnächst zu besprechen sein wird, auch ganz deutlich innerhalb des Protoplasma der Fettzelle und endogener Zellen vorfinden.

Zu bemerken bleibt ferner, dass in dem Fette der atrophisch wuchernden Zellen besonders häufig nadelförmige Krystalle anschiessen.

Es sieht nach vielen Präparaten also aus, als ob die Nebentropfen mit dem Schwunde der alten wachsen und schliesslich allein übrig bleiben. Am Ende können sie natürlich auch schwinden, da in den späteren Stadien der atrophischen Zellen sich gar kein Fett mehr findet. Positiv hinstellen kann ich es nicht, dass anfangs wachsende Nebentropfen einer jeden atrophischen Fettzelle zukommen. Wo ich Zellen vor mir hatte, von denen sich ziemlich sicher annehmen liess, dass sie in den Anfangsstadien dieses Vorgangs begriffen waren, sah ich auch Nebentropfen. In Objecten jedoch wie dem Fig. 5 dargestellten (schon späteres Stadium des Schwundes mit sehr vielfältiger Wucheratrophie) fand sich in den serös-atrophischen wie in den wuchernden Zellen vielfach nur ein einzelner kleiner Tropfen klaren aber etwas gelblichen Fettes: man kann natürlich nicht sagen, ob dieser als ein remplacirender Nebentropfen, oder als der alte zu betrachten ist. Ich muss ferner bemerken, dass ich in manchen wuchernden Zellen auch dort, wo Neben tropfen in den serös-atrophischen sonst sehr characteristisch sich

verhielten, wie bei Nr. 3 (Fig. 1 b), keinen Nebentropfen gefunden habe, wie z. B. 1 b δ zeigt: an solchen Zellen war zugleich bemerkenswerth, dass der grosse Fetttropfen in einer eigenthümlich unregelmässigen Form geronnen war, dabei schmutzig-orangegelb und rissig aussah.

Bei Zuständen starker und anhaltender Atrophie, wo zahlreiche Zellen der Wucherung verfallen sind, zeigen sich nun ferner einmal die endogen gebildeten jungen Zellen vielfach fettkörnchenhaltig; ferner finden sich solche Körnchen — kleine bis mittelgrosse — in den protoplasmatischen Theilen der gewucherten, durch Auswanderung z. Th. entleerten (Fig. 5 z. B. β, η) Fettzellen, und ferner in auch vielen der nebenliegenden fixen Bindgewebezellen (Fig. 5). Ausserdem sieht man in ziemlicher Menge freie Fetttröpfchen. Ebensolche habe ich früher (a. a. O.) im Gewebe der Fettzellen bildenden Gefässadventitien notirt. Für beide Fälle liesse sich der Einwurf immerhin nicht ganz abweisen, dass es sich dabei um Kunstproducte der Methode handelt. Denn mag man auch vor der Injection den Spritzenstempel aufs Sorgfältigste entfettet haben, es bliebe doch möglich, dass man beim Einstich grade in ein Fettläppchen gestochen und dessen versprengte Tröpfchen mit ins Gewebe fortgespritzt hätte; und ich sehe nicht wie sich das vermeiden liesse. Ich kann aber an diese Herkunft der freien Fettkörnchen nicht glauben, einmal weil sie sich an den wachsenden resp. atrophischen Fettlagern stets, im umliegenden gefässlosen Gewebe nicht oder viel einzelner finden, und weil es ferner — bei gereinigtem Stempel und sehr vorsichtiger Injection, — immer nur kleine und kleinste Tröpfchen sind, während man bei Artefacten auch grössere und überall verstreut durchs Gewebe findet; die vom Spritzenstempel stammende Oeltropfen pflegen auch durch ihre unreine dunkle Farbe kenntlich zu sein, und finden sich nie durch den ganzen Oedem-Tumor gleich vertheilt, sondern stellenweis angesammelt.

Eine erschöpfende physiologische Erklärung der beschriebenen Dinge wird vor der Hand gewiss nicht zu geben sein. Es mag besonders frappirend scheinen, dass der Zustand der Atrophie eine Zelle zur Kernwucherung und Brutbildung veranlassen kann: während man doch sonst gewohnt ist, solche Vorgänge auf Rechnung überschüssiger Ernährung zu schieben. Der Hypothese öffnet sich hier aber ein zu weites Feld, als dass sie nicht für jetzt lieber schweigen müsste.

Eine Frage möchte ich aber doch stellen, die nach dem Entstehen der Nebentropfen, weil die histiologischen Bilder sie direct vorlegen. Dass ich diese Tropfen nicht für Kunstproducte halten kann, sagte ich oben; auch von früheren Beobachtern sind sie nicht so aufgefasst, sondern einem Zerfallen — wie ich die Angaben wenigstens verstehen muss[1]), intra vitam —, des alten Fetttropfens zugeschrieben. An sich wäre ein solches wohl denkbar: selbst ein ganz mechanisches Auseindergesprengtwerden des Tropfens intra vitam, sobald in der Zelle Platz geworden ist — z. B. durch Druck und Zerrung, dem die Zelle im Bindegewebe ausgesetzt ist, läge im Bereich der Möglichkeit. — Nun müsste man dann aber doch erwarten, dass auf solchem Wege häufig, bald hier bald da, mehrere grosse oder mittelgrosse, annähernd gleich umfangreiche Tropfen zu Stande kämen und also auch zu sehen wären. Solche Formen kommen nun wirklich vor: aber, was an sich von Interesse ist, nur da wo sonst Zellen von den früher (a. a. O. p. 59) beschriebenen knolligen und Maulbeerformen vorlagen, Zellen also, in denen von vornherein mehrere, durch Protoplasmawände getrennte Tropfen sich befanden; erstens nämlich häufig dort, wo der Atrophie Mästung vorhergegangen war, und dann ganz besonders oft im Nierenfett von Kaninchen und Meerschweinen, wo überhaupt jene Maulbeerformen sehr zahlreich und lange, vielleicht stets persistirend sind. Wenn diese Zellen atrophiren, so schwindet jeder Tropfen für sich wieder ein und so erhält man viele annähernd gleich grosse. Aber im Unterhautfett desselben Thieres, bei dem man an der Niere solche Zellen sieht, sucht man dann vergebens nach ähnlichen: immer hier neben dem grossen Tropfen zuerst ein oder einige, viel kleinere Nebentropfen. Danach kann man an ein blosses Zerfallen des Fettinhalts doch schwer denken; und mir scheint, es lässt sich die Sache kaum anders auffassen, als dass das Fett der Nebentropfen aus der Lösung — unbekannter Natur — in welche das Fett der alten Tropfen gebracht werden musste, wiederum gebildet, so zu sagen, provisorisch wieder niedergeschlagen ist. Ebendasselbe würde dann von den Tröpfchen Fettes gelten können, welche wir fanden in den Abkömmlingen der wuchernden Fettzellen, in den protoplasmatischen Theilen der serösen und wuchernden Fettzellen, in den freien und fixen Zellen

---

1) Vergl. Frey, Handb. 1867, p. 236 und Czajewicz a. a. O.

des umgebenden Gewebes und sogar frei im letzteren selbst. — Und es wird gewiss Niemand bestreiten, dass bei diesen Um- und Absetzungen, vielleicht auch bei der Entstehung jener Lösung, irgend eine „lebendige Thätigkeit des Protoplasma“ im Spiel sein wird, (Toldt, vgl. unten) dass hier in den Zellen eigenthümliche physikalisch-chemische Vorgänge stattfinden: Vorgänge über die wir freilich heut am exactesten urtheilen, wenn wir unsere völlige Unbekanntschaft damit bekennen [1]).

---

1) Toldt stellt am u. a. O. den Satz auf: „Das Fett in der Fettzelle ist Product des Stoffwechsels derselben, seine Anhäufung in und sein Verschwinden aus ihr Resultat der lebendigen Thätigkeit ihres Protoplasma.“ Eine Betheiligung des Protoplasma an diesen Vorgängen wird sicher keiner in Abrede stellen: denn sonst wäre es z. B. zu erwarten, dass wir beim Fettansatz auch grosse Fetttropfen ganz frei im Gewebe finden müssten. — Ich bezweifle nur ob wir dem Verständniss der molecularen Vorgänge damit näher kommen, dass wir sagen: „das Protoplasma bildet Fett aus Eiweisskörpern“, statt das wir uns wie bisher bescheiden zu sagen: das Fett tritt auf oder entsteht in dem Protoplasma der Zelle. Eine Erklärung liegt jedenfalls in dem ersteren Satze nicht, denn wir können uns doch noch nicht denken wie das Protoplasma es anfängt. — Einstweilen darf man seine Vorstellungen über die Sache jedenfalls in die Form bringen, dass man sagt: es transsudiren beim Fettansatz und bei der Atrophie Lösungen aus den Gefässen, aus welchen im ersteren Fall in einzelnen Zellen Fett gebildet und abgesetzt wird, durch welche im letzteren Fall das Fett der Fettzellen in eine lösliche Verbindung gebracht wird — oder, wie man auch völlig berechtigt sagen kann, unter deren Einfluss das Protoplasma der Zellen dies besorgt. — Dass gewisse Zellen im Bindegewebe durch ihre Beschaffenheit je zur Zeit für die Fettaufnahme bevorzugt sind, muss ich selbstverständlich annehmen, weil nicht in allen zugleich Fett auftritt; dass diese Befähigung aber in der Art aufzufassen ist, wie die einer Leberzelle zur Gallensecretion, dass also auch z. B. bei der Atrophie das Protoplasma entweder aus eigener Machtvollkommenheit, oder durch ein dauerndes Nervencommando dazu kommt, sein Fett wieder umzusetzen, glaube ich nicht, hauptsächlich deshalb, weil ich sehe, dass die Neubildung von Fettzellen aus fixen Bindegewebszellen erfolgt.

Dass bei der Atrophie das Fett „als solches“ die Zelle verlassen könnte, habe ich nach dem Allen stets für unannehmbar gehalten und stimme darin mit Toldt ganz überein (l. c. p. 19).

Wenn derselbe jedoch dafür, dass auch der Wiederverbrauch des Fettes in der Zelle „als Lebensäusserung ihres Protoplasma aufzufassen sei“, den Umstand als Beleg anführt, dass der im Fett gelöste gelbe Farbstoff in der atro-

Wenden wir uns nun zurück zu den Beziehungen zwischen atrophischen und entzündlichen Veränderungen der Fettzelle, von welchen ich im Eingang sprach.

Ich habe a. a. O. (p. 71) unter andern mitgetheilt, dass bei künstlicher Entzündung der fettzellenhaltigen Gewebes zunächst eine Verkleinerung der Fetttropfen in vielen Zellen zu beobachten ist, und dass ich ferner die Angabe von Czajewicz über Tochterzellenbildung in entzündeten Fettzellen insoweit bestätigen konnte, als ich in manchen derselben zwei, drei oder mehrere Kerne vorfanden. Meine Beobachtungen betrafen bis dahin nur die ersten Stadien der Entzündung, wie sie am ersten Tage nach der Operation zu Gesicht kamen. Die Kerne lagen, ohne erkennbaren Zellenkörper, in dem Protoplasma der Fettzelle; wirkliche Tochterzellen also hatte ich noch nicht gesehen. Seitdem habe ich diese Versuche an jungen Kaninchen weiter ausgedehnt, indem ich zwei Tage oder noch später nach der Operation untersuchte. Die letztere führte ich entweder aus durch subcutane Injection von starker Jod-jodkaliumlösung [1]) (schwache nützte wenig), oder, was ich als sicherer empfehlen kann, durch Einbringen von mit der gleichen Lösung getränkten Hollundermarkstükchen in eine Schnittwunde der Inguinalfalte, welche genau wieder vernäht wurde; die Untersuchung geschah mit den unten beschriebenen Methoden. Unter den Fettläppchen in der Umgebung des Entzündungsheerdes muss man erst etwas herumsuchen, da nicht alle in gleichem Maass und viele gar nicht betroffen sind.

Zu meiner Verwunderung fand ich nun, dass die Bilder, die ich nach solchem Verfahren erhielt, völlig mit denen übereinkommen, welche der atrophischen Wucherung angehören.

Ein Theil der Fettzellen — wie schon angedeutet nicht immer gleich viele, in manchen Läppchen auch gar keine — zeigt sich zu-

---

phischen Zelle zurückbleibt, indess das Fett schwindet: so ist dies Factum völlig richtig, beweist aber doch nur, dass das Fett nicht als solches die Zelle verlässt, aber belegt noch nicht dass „das Fett durch den Oxydationsprocess der Fettzelle selbst wieder verbrannt" wird.

Doch wie gesagt, über die Mitleidenschaft des Protoplasma bei allen Lebenszuständen der Fettzelle hege ich nicht den geringsten Zweifel, die Wucherungsprocesse und das Verhalten der Nebentropfen müssen besonders darauf hinweisen. Ueber das Wie haben wir noch kein Urtheil.

1) In meiner früheren Arbeit p. 62 ist durch ein Versehen statt dessen „Jodkaliumlösung" gedruckt.

nächst in geringern Graden serös-atrophisch und häufig mit Nebentropfen. In vielen sowohl von diesen, wie auch von den noch ganz prall gefüllten Zellen bemerkt man mehrere Kerne; bei andern, in denen die Zahl derselben noch grösser — vier und mehr — geworden ist, findet sich dann auch der alte Fetttropfen erheblich verkleinert, graugelb und dabei gewöhnlich ein bedeutenderer Nebentropfen; in weiteren sind statt der Kerne nunmehr isolirt begrenzbare, oft in der Fettzellenkapsel freigelegene rundliche, feinkörnige kleine Zellen beobachten, in weiteren sind diese noch zahlreicher und schliessen das Fett eng ein. — Kurz die Bilder sind denen zum Verwechseln gleich, welche man ohne jegliche Entzündung von der blossen Atrophie erhält, und wenn ich in Fig. 7 Entzündungspräparate zeichne, so geschieht es nur, um diese Aehnlichkeit zu illustriren.

Bis jetzt habe ich allerdings die durch Entzündung hervorgerufene Wucherung noch nicht hinaus über jene Stadien verfolgt, in welchen — durch Zellen in Fig. 7 repräsentirt — noch ein mittelgrosser Fetttropfen zwischen den endogen gebildeten Zellchen vorhanden ist. Indessen da diese den gleichen Stadien der rein atrophischen Wucherung so sprechend ähnlich sind, so scheint es mir so gut wie sicher, dass sie wie diese mit vollständigem Schwund des Fettes und mit dem Zerfallen des Zellennestes ihr Ende finden werden.

Meine Schilderung stimmt wie man sieht auch im Wesentlichen ganz mit der Beschreibung von Czajewicz und seiner Figur 5 (Reich. u. Du Bois R. Arch. 1866, p. 289, Taf. 9), in der die endogenen Zellen nur etwas schematisch „wie ein Epithel um die Fetttropfen her“ dargestellt sind. Es ist mir zweifellos, dass er ganz die gleichen Bilder wie ich vor sich gehabt hat, und ich ergreife um so mehr die Gelegenheit, die Treue dieser seiner Beobachtung zu constatiren, als dieselbe, wie seine ganze Arbeit, vier Jahre hindurch in der Literatnr nicht gewürdigt und kaum einmal erwähnt worden ist.

Es ist Czajewicz gewiss nicht zu verargen, dass er diese Proliferationsbilder ohne Weiteres auf Rechnung der künstlich hervorgerufenen Entzündung schob. Denn er hatte übersehen, dass dieselben Bilder zu Gesicht kommen bei reiner Atrophie ohne jede Entzündung. Nachdem wir jetzt diese Thatsache kennen gelernt haben, muss sie uns über die „entzündeten Fettzellen“ zu denken geben.

Wie gesagt zeigen viele Fettzellen der entzündeten Gegend die Zustände einfacher Atrophie; es scheint also, dass durch die Irritation des Gewebes eine solche gesetzt wird — denn, wie ich früher zu bemerken versäumt hatte, auf der andern nicht entzündeten Seite des gleichen Thiers fand sich dieser Zustand nicht vor. — Ich weise ferner besonders darauf hin, dass Czajewicz theils den Ernährungszustand seiner Thiere vor der Entzündung nicht controlirt zu haben scheint, theils dieselben sogar absichtlich vorher hat hungern lassen, da die Fettzellen bei Verringerung ihres Inhalts, wie es ihm schien, eine grössere Disposition zur Entzündung bekommen sollten. — Da muss doch der Gedanke nahe liegen, dass die Wucherungszustände, in denen wir Fettzellen des entzündeten Gewebes begriffen sehen, vielleicht gar nicht solche der entzündlichen Proliferation sind, sondern Zustände der atrophischen Wucherung. Es wäre danach möglich, dass das entzündende Moment die Fettzelle an sich gar nicht irritirt. Es ist freilich auch möglich, dass die Entzündung eben dieselben chemisch-physikalischen Einflüsse auf die Fettzelle ausübt wie die Atrophie, und deshalb die Producte beider aufs Gleiche herauskommen. Es ist endlich möglich, dass beide Vorgänge ihrem Wesen nach verschieden sind und doch die gleichen morphologischen Consequenzen haben.

Ueber das Alles lässt sich jetzt nicht entscheiden. Allein für den Umstand, dass schon in frühen Stadien der Atrophie, und ebenso bei der Entzündung, einzelne Fettzellen, aber eben jeweilen immer nur einzelne dem Wucherungsprocess verfallen, findet sich schwer eine rationelle Deutung. Die Thatsache ist da und es lässt sich zu ihrem Verständniss kaum etwas Anderes annehmen, als dass eben einzelne Zellen je zur Zeit eine besondere Disposition haben, ihre Kerne zu vermehren, und sobald die dafür günstigen Ernährungszustände sich bieten, mit Energie in diesen Process eintreten. Denn dass die wuchernden Zellen während des Vorgangs anderen Ernährungsbedingungen ausgesetzt gewesen sein sollten, wie die nichtwuchernden, lässt sich schwer annehmen, da nichtwuchernde in unmittelbarem Contact mit ihnen an den gleichen Gefässen liegen.

II. Ueber spätere Stadien des Fettzellenschwundes.

Die Rückbildungsformen der Fettzelle, welche so eben besprochen wurden, stellen meistens die raschen Folgen eines rapiden, durch plötzlichen Hunger oder starke Ernährungsstörungen hervorgerufenen Schwundes dar. Es scheint aber, dass diese Rückbildungsformen andere sind bei einer langsamen, wenn ich so sagen darf normalen Atrophie, wie solche bei allmähliger Abmagerung erfolgt, wie sie durch ganz physiologische Ernährungsschwankungen des Thierkörpers gewiss oftmals eingeleitet und wieder gut gemacht wird, und wie sie deshalb für die Physiologie jedenfalls wichtiger ist als jene abnorme Abzehrung. Ich habe wenigstens bei einigen Versuchen, in denen Thiere nicht sofort, sondern sehr allmählig in schlechte Ernährung gebracht wurden, andere Bilder bekommen wie die, von denen bisher die Rede war.

Ich muss es selbst als einen Mangel meiner früheren, überhaupt kürzer als wünschenswerth gerathenen Darstellung des Fettzellenschwundes [1]) bezeichnen, dass ich dieser Verschiedenheit darin nicht näher Rechnung getragen, und z. B. in etwas summarischer Weise die endgültigen Formen des langsamen Schwundes zum Theil an einem Beispiele sehr rascher Atrophie demonstrirt habe [2]). In so fern war dies immerhin gerechtfertigt, als für viele der Fettzellen die Endstadien beider Formen von Atrophie in der That aufs Gleiche herauskommen können; denn — abgesehen von den atrophisch wuchernden Zellen, die mir damals noch nicht bekannt waren — finde ich mich durch alles seither Ermittelte nur bestärkt in der Ansicht, welche ich schon früher aussprach [3]): dass die Fettzelle sich zu einer fixen Bindegewebszelle, wie alle andern in der Gefässadventitia, zurückzubilden vermag.

Für junge, eben erst gefüllte Fettzellen jugendlicher Thiere, sowie für Fettzellen der Amphibien (Rückenfett des Frosches) habe ich geschildert, dass sie sich bei der Atrophie zurückbilden zu Formen, welche von denen der benachbarten fixen Bindegewebszellen nicht verschieden sind (l. c. Fig. 33, 36, 29). Für die alte, vollgefüllte Fettzelle habe ich diesen Nachweis damals nicht führen können;

---

1) a. a. O. pag. 66 ff. 2) a. a. O. Fig. 26, vergl. p. 69.
3) a. a. O. pag. 72 und 77.

ich habe ihren Schwund nur verfolgt bis zu Formen, wie in der Fig. 27 l. c., wo die Membran der Zellen geschwunden, und dieselben wie ich sagte „nur noch kernhaltige Körnchenhaufen darstellen, welche nur durch Grösse, häufige Abflachung und Streckung und ihre Anordnung in den Capillarenmaschen und grobkörnigen Wanderzellen unterschieden sind.“

Bis zur Beobachtung dieser Stadien scheint auch Toldt gekommen zu sein, welcher in seiner unten besprochenen Arbeit (p. 12) sagt: „Erhält man ein Thier, dass früher gut genährt war, längere Zeit im Zustande hochgradiger Magerkeit, so sieht man wie die Zellen des Fettgewebes an Umfang bedeutend abgenommen haben und wieder mehr und mehr das Aussehen von Protoblasten gewinnen.“

Das allmähliche Abhungern führt aber auch bei längerer Fortsetzung nicht zugleich überall auf die Endformen des Zellenschwundes. Denn, wie Toldt selbst sehr richtig bemerkt hat, man findet bei atrophischen Thieren die einzelnen Fettläppchen in sehr verschiedenen Stadien der Atrophie. Und während also an einem derselben das eben beschriebene Bild sich findet, kann, wie ich vielfach beobachtete, an einem anderen schon ein weiterer Rückschritt, an einem dritten dabei noch ziemliche Fettfüllung vorhanden sein. Die letztere erhält sich überhaupt länger als man glauben sollte; so habe ich bei einem alten Kaninchen, das Wochen lang systematisch mässig genährt und dann noch 9 Tage auf eine fast absolute Hungerkur gesetzt war (Nr. 8), noch eine Menge Fettläppchen der Inguinalfalte gefunden, an denen eben erst seröse Atrophie im Beginnen war.

Man kann aber wie gesagt an solchen Thieren, ja auch an solchen die nur einige Tage lang gehungert haben, daneben auch weitere Rückgangsstadien finden, wenn man nur etwas danach sucht, und besonders unter den ganz fettleer gewordenen Läppchen diejenigen auswählt, welche am isolirtesten in das gefässlose Bindegewebe hinein ragen. Man sieht diese Läppchen bei den hier angewandten Methoden (s. u.) in den Leimtumoren auch dann, wenn sie ganz fettleer sind, mit blossem Auge als graugelbliche Stellen. Dass man in ihnen wirklich Fettläppchen vor sich hat, darüber wird die Form des Gefässnetzes (vgl. Fig. 9) dem, der überhaupt mit atrophischem Fett zu thun gehabt hat, keinen Zweifel lassen. Nur das könnte die Frage sein, ob diese Gefässnetze überhaupt schon

vor der Atrophie fettzellengefüllt gewesen sind: denn wie ich früher mittheilte (a. a. O., vgl. auch bei Toldt p. 7) ist wenigstens ein wesentlicher Theil der Blutbahnen schon vor der Fettzellenanlage fertig, wenn auch allerdings mit dieser noch eine weitere Gefässsprossung erfolgt. Ich habe mir hierfür so geholfen, dass ich gesunde Thiere verglich, die vom gleichen Wurf mit den atrophisch gemachten und bisher mit diesen ganz gleich genährt waren. Sieht man dann bei den letzteren an denselben Stellen leere Gefässnetze, wo bei den ersteren noch Fettläppchen liegen — es lässt sich das an Durchschnitten der Leimtumoren ganz leidlich abschätzen — so darf man wohl annehmen, dass jene Gefässnetze auch vor der Atrophie Fett beherbergt haben.

Ich spreche nun zunächst von jenen im Eingang dieses Abschnittes erwähnten Bildern, welche ich bei langsamer und mässiger Atrophie beobachtet habe, und die vielfach nur wenig an das erinnerten, was im ersten Abschnitt geschildert ist: fast keine seröse Atrophie, fast keine atrophische Wucherung. Neben noch ganz vollen, grossen Fettzellen fanden sich oft kaum einige, an denen durch eine geringe Verkleinerung des Fetttropfens der Hüllencontour abgesetzt zu sehen war; nur sehr einzelne Zellen waren mehrkernig oder wirklich wuchernd; dagegen lagen neben den grossen Fettzellen öfter kleine in mannichfachen Abstufungen, in welchen aber die Hülle der Tropfen eng umschloss, ähnlich wie das bei jungen progressiven Fettzellen sich verhält. Unmittelbar aber neben diesen noch fetthaltigen Stellen des Gefässnetzes zeigte sich dasselbe ganz fettleer; bald in seinen Maschen grössere Mengen jener „protoblastenartigen" rundlichen Zellen bietend, bald aber auch nichts enthaltend als abgeplattete fixe und nur sehr vereinzelte Wanderzellen.

Die naheliegendste Erklärung dieser Bilder scheint mir die, dass das Protoplasma der Fettzelle bei langsamer Atrophie gewissermassen Zeit behält, seine Gestalt dem Schwunde des Inhalts anzupassen und so allmählich zu der Form einer Bindegewebszelle zurückzukehren, die es vor der Fettfüllung hatte: während es bei rapidem Schwunde der raschen Verkleinerung des Tropfens, um so zu sagen, nicht zu folgen vermag. Ich will jedoch, ehe mir eine grössere Anzahl von Beobachtungen vorliegt, nicht entscheiden ob dieser erstere Rückbildungsweg bei jeder langsamen Atrophie der hauptsächliche ist (der einzige ist er auch hier nicht, denn wie

eben gesagt kommen auch hier einzelne Formen atrophischer Wucherung vor). Wäre es so, so würde man passend diesen Rückbildungsmodus, neben dem der serösen und der wuchernden Atrophie, als den der einfachen oder normalen Atrophie der Fettzelle bezeichnen können; da er dann solchen Abmagerungszuständen entsprechen würde, welche sehr vielfach und ohne tiefergreifende Ernährungsstörungen im Thierkörper eintreten. — Ich weise zugleich darauf zurück, dass die noch junge membranlose Fettzelle bei jungen Individuen fast stets diesem einfachen Rückbildungsmodus zu folgen scheint. Bei ganz jungen verhungerten Thieren (neugebornen Kaninchen wie Nr. 9) habe ich bisher auch keine eigentliche Wucher-Atrophie beobachtet.

Werfen wir nun einen näheren Blick auf die Zellen, welche man in den — sei es durch langsamen, sei es durch raschen Schwund — ganz fettleer gewordenen Gefässnetzen beobachtet. An vielen Stellen zeigen sich in deren Maschen jene körnigen, nach raschem Schwund öfter auch fettkörnchenhaltigen, rundlichen oder doch ausläuferlosen Zellen, von denen schon die Rede war und welche ich einmal mit Toldt Protoblasten nennen will, in einer Anzahl wie sie etwa derjenigen der früheren Fettzellen entsprechen könnte: dies Bild würde sich ungezwungen so deuten lassen, dass sie als die endgültigen Rückgangsstadien der letzteren, als fettleere „Fettgewebszellen" (Toldt) hier zurückgeblieben wären. Geht man jedoch zu anderen Läppchen, oder nur zu andern Stellen der nämlichen über, so wird man andere Bilder finden: hier liegen in den Gefässmaschen wesentlich nur Zellen, welche völlig die Formen der fixen Bindegewebszellen haben: abgeplattet, vielgestaltig, in Ausläufer ausgezogen, welche mit andern oder den Gefässwänden zusammenhangen (Fig. 10). Man muss diese Objecte natürlich sorgfältig mit guten Immersionslinsen controliren, wird sich aber dann überzeugen, dass in dem Gefässnetz auf weite Strecken wirklich keine runden freien Zellen liegen oder doch so wenige, wie es der gewöhnlichen Anzahl von Wanderzellen in diesem Gewebe allerdings, der Menge der früheren Fettzellen aber nicht entfernt entspricht. In der Fig. 10 gezeichneten Gefässmasche z. B. [1]) befindet sich keine einzige rundliche Zelle

1) Ich zeichne einen Theil des Gefässnetzes, aus welchem sie stammte, in Fig. 9 daneben, um Garantie zu geben, dass es sich wirklich um Gefässe eines atroph. Fettläppchens handelte.

und im ganzen zugehörigen Sehfeld mit Hartnack 7, 3 nur zwei, welche auf diese Bezeichnung Anspruch haben, während in dem Gefässnetze in diesem Sehfeld nach seinem Habitus nach mässigster Schätzung mindestens ein halb Dutzend Fettzellen gelegen haben müssen.

Solche Bilder von Fettläppchen, in denen alle specifisch aussehenden Fettzellen vollständig verloren gegangen erscheinen, finden sich wie ich sagte nicht bloss nach langsamem Schwund, sondern auch nach schnellerem an manchen Läppchen schon nach wenigen Tagen. Und hier trifft man dann auch oft noch Fettüberbleibsel in den Zellen. In dem Fig. 11 gezeichneten Läppchen fanden sich an manchen Orten noch rundliche Zellen der oben besprochnen Art — einige derselben bei r r — an anderen nur fixe, platt und anastomosirend, wie die meisten der grade gezeichneten Partie; beide sind in verschiedenem Grade erfüllt von kleinen und kleinsten, gelblichen Fetttropfen, wie sich solche ausserdem frei im Gewebe finden.

Wie ich bereitwillig zugestehe, lässt sich nach dem Mitgetheilten noch keineswegs sicher darüber entscheiden, ob die Fettzelle sich zur fixen Bindegewebszelle zurückbildet, oder nicht. So viel geht jedenfalls daraus hervor, dass Fettläppchen in späteren Stadien der Atrophie keine anderen Bestandtheile besitzen können als die des Bindegewebes, d. h. Gefässe, Fibrillen mit Zwischensubstanz und Zellen, welche die charakteristischen Formen der Bindegewebszellen haben, abgesehen von einzelnen Wanderzellen, deren Zahl nicht gross genug ist, um hier in Betracht zu kommen. Was aber aus den Fettzellen geworden ist, darüber bleiben verschiedene Annahmen möglich. Denn jene, in den Läppchen restirenden fixen Zellen brauchen ja nicht Fettzellen gewesen sein; es kommen ja im fettgefüllten Läppchen ausser den Fettzellen immer noch eine Menge fettloser Bindegewebszellen vor.

Einmal können alle Fettzellen der atrophischen Wucherung unterlegen, und die dabei producirten Zellen fortgewandert oder untergegangen oder umgebildet sein — dies ist deshalb unwahrscheinlich, weil man eben bei langsamer Atrophie sehr wenige wuchernde Fettzellen findet. — Ferner können die Fettzellen auf jene protoblastenartigen Zellenformen zurückgeschritten, und diese können zu Grunde gegangen oder weggerückt sein. Endlich können sie sich, durch diese letzteren Formen und direct, zu den fixen Zellen zurückgebildet haben, welche wir beobachten. Man möchte

glauben, dass sich zwischen den beiden letztgenannten Möglichkeiten entscheiden lassen muss, wenn man die noch protoblastenhaltigen Stellen mit denen vergleicht, an welchen bloss fixe Zellen zu sehen sind: Ist die Zahl der Protoblasten plus fixe Zellen an den ersten Orten grösser, wie die Zahl der fixen Zellen allein an den letzteren Orten, so spricht das für die erste Auffassung; ist sie gleich gross, so spricht das für die zweite. Diese Schätzung ist aber nicht leicht: denn erstens ist überhaupt die Menge der fixen Zellen in den Gefässmaschen sehr wechselnd; und dann lässt sich eine absolut gleichmässige Ausdehnung des Gewebes nicht erzielen, und dies ist von grossem Belang für den fraglichen Zweck: denn der Raum einer Gefässmasche ist ja nur ein relativer Begriff, bei unserer Methode gewissermassen ein optischer Querschnitt, dessen Raumverhältnisse sich bei einer geringen Ausdehnung in anderer Dimension schon sehr stark ändern. Wenn mir daher auch die Resultate solcher Schätzungen mit der letztgenannten Annahme recht gut verträglich scheinen, so will ich sie doch keineswegs für dieselbe verwerthen.

Eben so wenig liegt ein bestimmter Beweis darin, dass man an den betreffenden atrophischen Stellen (Fig. 11) nach rascherem Schwund unzweifelhafte fixe Zellen noch fettkörnchenhaltig findet. Es können dieses rückgängige Fettzellen sein — ich habe oben ja das Vorkommen von Fettkörnchen in den protoplasmatischen Theilen der letzteren bei Atrophie constatirt (Fig. 5); ich habe aber auch am gleichen Orte beschrieben, dass Fettkörnchen dort auch in den umliegenden fixen Zellen vorkommen, und es ist nicht zu entscheiden, ob eine solche Zelle früher Fettzelle war, oder ob sie die Tröpfchen blos in Folge der Atrophie aufgenommen hat. (Vergl. oben.)

Eine Beobachtung jedoch kann ich hier nicht unerwähnt lassen, welche sehr für die Rückbildung zur fixen Zelle spricht und welche ich nur deshalb nicht als Beweis hinstellen will, weil sie bis jetzt noch vereinzelt dasteht. Bei einem erwachsenen Meerschwein (s. u. Nr. 11), welches längere Zeit schlecht genährt und dann 6 Tage gemästet war, fand sich in den Fettläppchen, wo Fettzellenneubildung im Gange war, Folgendes (Fig. 6): zunächst in zahlreichen fixen Bindegewebszellen kleinste, kleine bis mittelgrosse Fetttröpfchen und Uebergangsformen von diesen zu ausgerundeten Fettzellen, ganz wie ich dies früher von der Fettzellenentwickelung beschrieben habe. Das Fett in diesen Uebergangsformen, so wie in dem grössten

Theil der fixen Zellen, sah hellweiss aus. Daneben nun fand sich eine nicht geringe Zahl fixer Zellen, welche ein oder mehrere Tröpfchen, und zwar bis zu Mittelgrösse herauf, dunkelgelben Fettes enthielten. In keiner Zelle befand sich Fett von beiden Farben zugleich; in keiner Uebergangsform zu grösseren Fettzellen gelbes Fett. Da die Gelbfärbung des Fettes ein ganz characteristisches Merkmal der Atrophie ist, da ich bei progressiven Fettzellen niemals gelbes Fett gefunden habe, so scheint hier die Deutung wohl gerechtfertigt, dass die Zellen mit den gelben Tropfen rückgebildete Fettzellen von der Atrophie her waren; an Bindegewebszellen, wie die vorherbesprochenen, die bei Gelegenheit der Atrophie nur zufällig fetthaltig geworden wären, kann ich hier deshalb nicht denken, weil ich an solchen Zellen (vergl. Fig. 5 γ δ ε) nie so grosse und so vereinzelte Tröpfchen beobachtete wie sie hier vorlagen.

Es würde danach möglich sein, dass so weit atrophirte Fettzellen bei wieder beginnender Mästung zunächst nicht die Disposition haben, sich wieder zu füllen; denn wie gesagt fand sich hier in keiner Zelle gelbes und weisses Fett[1]).

---

1) Die Behauptung von Czajewicz, dass „beim Wiederansatze des Fettes sich dasselbe in den ursprünglichen Zellen wieder ansammle", hat Rollet in Stricker's Handbuch B. I, p. 70, wo er sie citirt, mit einem berechtigten Fragezeichen versehen. Cz. beschreibt allerdings sehr anschaulich, als ob er es gesehen hätte: „dass bei der Wiedermästung in den serösen Zellen nach wenigen Tagen feine Fetttröpfchen zum Vorschein kommen, die sich allmählich vergrösserten und schliesslich zu grösseren Tropfen zusammenflossen" (l. l. p. 310). Dies kann man natürlich nicht sehen, wenn man das Gewebe herausgeschnitten hat. — Die Meinung Czajewicz's scheint mir aber in der Fassung, dass die ursprünglichen Fettzellen ebenso gut wie die andern Bindegewebszellen bei der Wiedermästung Fett aufnehmen können, völlig richtig zu sein. Ich habe bei Kaninchen 6 meiner Versuchsreihe, wo dem Hunger $1^1/_2$tägige Mast folgte, sehr viele serös-atrophische Fettzellen gefunden, in denen nicht wie bei der Atrophie ein oder wenige Nebentropfen, sondern viele waren und diese wie der Haupttropfen kaum gelblich; ich habe andre runde seröse Zellen ohne Haupttropfen, nur mit vielen kleinen Tropfen gefunden; ich glaube durchaus, dass diese Tröpfchen wieder angesammeltes Fett waren. Um so mehr, als man in manchen andern Läppchen Zustände fand, ganz ähnlich wie die der Fettzellenneubildung; mit Sicherheit ist hier freilich nicht zu entscheiden, da die letzteren Zustände so gut normaler Atrophie, wie der Neubildung entsprechen konnten (vergl. unten Kaninchen 6).

Ueber die ganze Frage würde sich etwas bestimmter urtheilen lassen nach der Untersuchung von Thieren, die langsam atrophirt und sehr lange, bis zum völligen Schwunde alles Fettes in solchem Zustand erhalten sind (vergl. pag. 356 Anm.). Man würde dann auch sehen können, was schliesslich aus dem Gefässnetz des Fettläppchens wird, ob dasselbe stets in seiner Form persistirt. Bis mir Resultate solcher langwieriger Versuche vorliegen, will ich hier in kurzer Wiederholung das zusammenstellen, was dafür sprechen kann (— ich sage absichtlich nicht, was beweisen kann —), dass der normale und regelrechte Rückgangsmodus der Fettzelle die Rückbildung zur fixen Bindegewebszelle ist.

Einmal sind beim raschen Schwunde junger Fettzellen und beim langsamen Schwunde alter Uebergangsformen von der Ersteren zur Letzteren zu beobachten.

Ferner findet man in Fettläppchen (welche durch die Form ihres Gefässnetzes als solche charakterisirt sind), bei späteren Stadien der Atrophie keine anderen, ihrer Menge nach in Betracht kommenden Zellen, als fixe Bindegewebszellen.

Weiter, bei rapidem Schwund nähert sich das Protoplasma von einfach atrophischen und von wuchernden Fettzellen, innerhalb der noch erhaltenen Membran, oft bis zum Verwechseln wieder der Form einer fixen Bindegewebszelle.

Weiter, bei nicht allzu rapider atrophischer Wucherung von Fettzellen nehmen die Producte dieser Wucherung die ausgesprochenen Formen fixer Bindegewebszellen an (pag. 333).

Endlich, und dies ist nach meinem Dafürhalten der wesentlichste Punct, die Entstehung von Fettzellen aus fixen Bindegewebszellen ist nachgewiesen und zwar, wie ich annehmen muss, als der wesentliche und normale Bildungsweg der Fettzelle.

Ich habe schliesslich noch mit einigen Worten bei einer Frage zu verweilen die sich aufwirft, man mag nach dem Vorigen der einen oder der andern Ansicht über die Rückbildung zuneigen. Wo bleibt in den Fällen rascher, seröser wie wuchernder Atrophie, die Membran der Fettzelle? Wir sahen sie in den Anfangsstadien dieser Zustände als getrennte, abgesetzte Kapsel die Zellentheile umschliessen. Es ist keine Frage, dass sie in späteren Stadien nicht mehr da ist: geht sie unter, oder wird sie mit dem Protoplasma der Fettzelle zurückgebildet? Ich habe früher (a. a. O.) beide Möglichkeiten neben einander offen gelassen, und muss dies

auch jetzt noch. Für die erstere, den Untergang, verweise ich einmal auf das dort Gesagte; dann auf die Bilder, wie sie z. B. an der Zelle β in Fig. 5 wiedergegeben sind, und wie man sie bei rapider Atrophie — bei jungen Kaninchen schon nach 3—4 Tagen — in so ausserordentlicher Zahl trifft. Das Protoplasma der Zelle liegt frei im Innern oder wird nur durch zarte Brücken mit der Membran verbunden, welche noch im alten Umfang und in alter Rundung, aber oft auch als äusserst zarter, selbst mit starken Linsen kaum wahrzunehmender Contour sich herumspannt. Der Binnenraum muss wohl entschieden als flüssigkeitshaltig gelten. Da ich früher andere Bilder beschrieben habe, wo an der Stelle der Hülle in solchen Fällen nur ein Kreis von Körnchen wahrzunehmen war, so liegt die Annahme nahe, dass unter Umständen die Verbindung zwischen ihr und dem Protoplasma nicht wieder hergestellt wird, dass sie zerfällt. Andere Bilder weisen darauf, dass in andern Fällen eine solche Wiedereinbeziehung stattfinden kann. Dahin gehören die vielfach vorkommenden kleineren serös-atrophischen Zellen, wie η und η in Fig. 5, wo die Membran um das Protoplasma wieder enger zusammengelegt erscheint, und wo ihr Contour öfter (Fig. 5 α) an einer Stelle völlig frei verschwimmt, während er dort, wo das Protoplasma anliegt, gar nicht von diesem zu trennen ist. Dass bei langsamer Atrophie die Membran überhaupt von dem Fett und Protoplasma sich nicht immer abhebt, sondern ihnen bei ihrem Rückgange eng umschliessend nachfolgt, ist schon erwähnt.

Diejenige Beobachtung dagegen, welche ich am früheren Orte dafür geltend machte, dass die Hülle bereits anfänglich als solche untergehen und der Zellenleib nach dem Schwunde des Fettes als rundliche, festweiche Masse zurückbleiben kann (l. c. p. 69, Fig. 32), will ich hier unverwerthet lassen: denn sie betraf einen pathologischen Fall und ist mir, wie ich hier betonen will, bei normalem Fettschwund noch nicht wieder vorgekommen.

Aber was ist überhaupt die Membran der Fettzelle? Ist sie noch Protoplasma, oder etwas Anderes? Wer sich viel mit atrophischen Fettzellen beschäftigt hat, dem muss sich diese Frage schliesslich aufdrängen. An jungen Zellen ist diese Membran nicht da: an serös-atrophischen kann sie von dem Protoplasma so losgetrennt erscheinen, dabei so verschieden von ihm in ihrem Verhalten gegen das Carmin, welches sie völlig ungefärbt lässt, während es das Proto-

plasma intensiv röthet — dass ich mich des Glaubens nicht erwehren kann, sie sei gar kein integrirender Theil dieses Protoplasma mehr, sondern ein secundäres, sei es als Abscheidung, sei es durch Umwandlung von dem Zellenleib geschaffnes Product, vergleichsweise wie die Cuticula einer Epithelzelle. Selbst bei alten, ganz vollen Fettzellen zeigt eine genaue Beobachtung mittelst unserer Methoden Dinge, welche nur in diesem Gedanken bestärken können. Man kann an diesen häufig wahrnehmen (Fig. 12), wie um den Fetttropfen, und um die Contoure des Protoplasma her, welche neben diesem noch scharf abzugrenzen sind, weitere zartstreifige Contoure ringsherum ziehen, an welchen aber von der Färbung, die das Protoplasma zeigt, keine Spur zu bemerken ist. Also hier vielleicht einmal eine „Membran" im wahren Sinne des Worts. Dass sich die Fettzelle eine solche secundäre, vielleicht gar nicht aus Eiweisskörpern bestehende Kapsel macht, während andere Zellen im Bindegewebe es nicht thun, lässt sich wohl denken, wenn man berücksichtigt, dass jene durch ihren Fettinhalt auch in ganz eigenthümliche Lebensbedingungen gekommen ist. Aber auch diese Erwägung scheint kaum nöthig: fassen wir doch mit gutem Grund die Zwischensubstanz des Bindegewebes, formlose wie fibrilläre, als Product der fixen Zellen auf, und ich würde kein Hinderniss sehen, die Hülle der Fettzelle mit unter die Kategorie dieser Substanzen zu setzen. Begreiflich würde es aber auch sein, dass eine solche accessorische Hülle bei der Atrophie zu Grunde gehen kann, während das Protoplasma der Zelle lebendig und zu weiterer Leistung fähig bleibt.

Im Anschluss stelle ich zum Anhalt für die obige Schilderung, kurz die Geschichte der hier in Betracht kommenden Versuche zusammen, nur diejenigen berücksichtigend bei denen der Ernährungszustand der Thiere mit der möglichen Sicherheit controlirt war. Die Refunde sind das Resumé aus dem, was ich an den möglichst vielen Präparaten, die von je einem Thier gefertigt wurden, übereinstimmend fand. Ich habe von allen Thieren das Inguinal- und Rückenfett, von den meisten auch das Achsel- und Nierenfett und das Mesenterium untersucht; sämmtliche Fettlager eines Thiers vollständig durchzusuchen, würde natürlich eine unendliche Arbeit sein.

Die seröse Atrophie soll dabei mit S. A., die Wucher-Atrophie mit W. A., der Zustand den ich als einfache oder normale Atrophie bezeichnete, mit N. A. benannt werden, der Zustand wo gar

keine seröse oder wuchernde Fettzellen vorhanden waren, mit Schluss-Atrophie bezeichnet werden.

Frühere Befunde.

Hund 1. Jung, nach guter Fütterung vierzehn Tage auf sehr knappe Diät gesetzt, dann zwei Tage gemästet.

Fettzellen meist normal gefüllt, in sehr einzelnen Läppchen geringe Grade von S. A.; in ziemlich vielen W. A. und zwar theilweis mit Umbildung zu fixen Zellen.

Alte Ratte 2. Nach dreitägiger Gefangenschaft ohne zu fressen gestorben; am zweiten Tage war eine Gallengangsunterbindung gemacht.

Starke S. A., starke W. A.

Weitere Versuche.

Kaninchen 3. Zwei bis drei Monate alt, vorher (wie alle, wo nicht das Gegentheil bemerkt ist), gut gefüttert. Bekam vier Tage starke Hungerkur (täglich 1—2 Gramme feuchte Kartoffelschalen).

Ueberall starke S. A., daneben starke S. A., daneben starke und vielfache W. A. An einzelnen Läppchen schon Schluss-Atrophie.

Aelteres Meerschwein 4. Vierzehn Tage lang täglich 5—2 Gramme, anfangs mehr, später weniger feuchte Kartoffelschalen; bei der Tödtung schon ganz entkräftet.

Wie Kaninchen 3.

Kaninchen 5. Drei bis vier Monate alt. Vier Tage mässige Hungerkur (täglich circa 1 Gramm Kohl und Kartoffelschale, zuerst etwas mehr, später weniger).

Viele Läppchen normal, in vielen mässige S. A., in einzelnen finden sich Zellen mit W. A., besonders Anfangsstadien derselben, vielfach mit Umbildung zu fixen Zellen.

Kaninchen 6. Vom gleichen Wurf mit fünf. Zehn Tage lang dieselbe Cur wie 5, dann $1\frac{1}{2}$ Tag stark gefüttert.

In vielen Läppchen kaum ausgesprochene, in vielen mittlere und stärkere Grade von S. A., in zahlreichen davon eingestreut Zellen mit verschiedenen, doch nicht den stärksten (wie z. B. bei Nr. 3 und Nr. 4) Graden von W. A., dann einzelne mit Umbildung zu fixen Zellen. — An manchen, jungen Läppchen Formen von Fettfüllung, wie bei der Fettzellenentwicklung (Uebergänge von

Form der fixen Zelle zur Fettzelle); hier nicht zu entscheiden, ob diese einfacher normaler Atrophie, oder dem Wiederansatz durch die nachfolgende Fütterung entsprechen. Andere Läppchen in Schluss-Atrophie mit völlig fettlosen Zellen (wenn man nicht annehmen soll, dass dies in Zeit von $1^1/_2$ Tagen neugebildete Gefässnetze sind. Nicht wahrscheinlich, weil ganz gleiche bei Nr. 3 und 8, die durchweg gehungert hatten).

Aelteres Meerschwein 7. $2^1/_2$ Tage lang behandelt wie Kaninchen 3. Grösster Theil der Läppchen normal, an einzelnen geringe S. A., sehr vereinzelte W. A.

Also noch sehr wenig Reaction.

Kaninchen 8. Altes Thier, schon lange schlecht gefüttert und, wie ein vorheriger Probeschnitt in eine Inguinalfalte am lebenden Thier, und Durchsuchen des Gewebes zeigte, wenig Fett mehr besitzend. Dann circa neun Tage Hungerkur (pro Tag etwa $^1/_2$ Grm. Kartoffelschale, allmählich weniger).

In den Läppchen, soweit sie noch fetthaltig, z. Th. mässige S. A., zwischendurch einzelne Formen der W. A.; andere Läppchen und Stellen derselben Läppchen in Schluss-Atrophie, hie und da überleitende Rückgangsformen der N. A.

Kaninchen 9. Neugeboren, $1^1/_2$ Tage ohne Nahrung, verhungert.

Directe Rückgangsformen (N. A.) nur einzelne Zellen mehrkernig [1]).

Kaninchen 10. Zwei bis drei Monate alt. War offenbar krank und hatte schon die Woche vorher nicht fressen wollen. Hungerkur wie Nr. 3; nach zwei Tagen gestorben.

1) Diese Formen der einfachen Atrophie, wie ich sie bei Neugebornen stets fand, können den Bildern der Fettzellenentwickelung sehr ähnlich sein und leicht zu Irrungen führen (worauf ich schon früher aufmerksam machte): denn man trifft wie oben gesagt ja hier rückgängige Uebergangsformen von der Fettzelle zur fixen Bindegewebszelle. Der einzige Unterschied, der sich zwischen beiden Vorgängen bei Neugebornen herausstellt, ist dieser: beim Schwund finden sich zahlreiche grössere runde, durch und durch körnige Zellen, welche nur einen oder mehrere kleine Fetttropfen beherbergen. Bei der Entwicklung kommen solche Formen nicht vor; wo hier eine runde fetthaltige Zelle von solcher Grösse sich findet, da ich sie immer auch mit einem grösseren, oder vielen kleinen Fetttropfen ganz ausgestopft; die Zellen von geringerm Fettgehalt sind auch alle kleiner und zeigen fast alle (s. a. a. O.) die Formen fixer Bindegewebszellen.

Wo noch Fett ist, mässige S. A., keine W. A. beobachtet, nur hie und da mehrkernige Zellen. Vielfach Schluss-Atrophie, stellenweis mit Fettkörnchen in den Zellen (Fig. 11).

Dies war also der einzige Fall bisher wo bei einem älteren Thier (gegenüber dem Neugebornen gesprochen) keine W. A. zur Beobachtung kam. — Die beobachtete Schluss-Atrophie beziehe ich jedenfalls eher auf die vorgängige Krankheit, als auf den nur zweitägigen Hunger.

Aelteres Meerschwein 11. Ueber einen Monat lang in der Winterkälte ohne Stroh gehalten und dabei schlecht gefüttert (einige Gramme Kohl und Rüben pro Tag) um langsamen Schwund zu erzielen. Dann sechs Tage gemästet.

Keine Formen von W. A., in manchen Läppchen die Fettzellen nicht ganz voll, an einigen Stellen die als N. A. beschriebenen Zustände. An vielen Läppchen (jungen wie alten, d. h. hier wie immer: grosszelligen wie kleinzelligen, vergl. oben) Neubildung von Fettzellen wie gewöhnlich; und zwar fixe Bindegewebszellen mit weissem Fett, davon Uebergangsformen zu vollen Fettzellen: daneben fixe Bindegewebszellen mit gelbem Fett, von diesen aus keine solche Uebergangsformen.

Manche andere Thiere, besonders marantische, die ich untersuchte und bei denen die Befunde sich den bezüglichen Stadien der hier geschilderten Vorgänge entsprechend zeigten, führe ich nicht mit auf, weil ich keine genauere Daten geben kann.

Ueber die Zeitdauer, in welcher die verschiedenen Vorgänge bei der Atrophie ablaufen, lassen sich aus dieser Versuchsreihe noch sehr wenig sichere Schlüsse machen. Dass seröse Atrophie der Fettzellen schon durch wenige Tage Hungers eingeleitet werden kann, ist schon von Czajewicz mitgetheilt; dass dieselbe bei stärkerem Hunger bei jungen Kaninchen schon in vier Tagen zu ganz fettleeren Zellen, ja zu Schluss-Atrophie führen kann, folgt aus Versuch Nr. 3; aus Versuch 7, dass es bei älteren Meerschweinen dazu längerer Zeit bedarf. Ferner folgt daraus und aus Nro. 5 und 3, dass die Wucher-Atrophie in einzelnen Zellen schon in den ersten Tagen des Schwundes beginnen und binnen dieser Zeit zu fortgeschrittenen Stadien wie Fig. 2, 3, 1 b vorgehen kann: aber es ist auch sehr möglich, dass dazu noch viel weniger Zeit nöthig ist, denn wir wissen ja nicht, ob die Kernvermehrung der Zelle gleich mit dem Eintritt des Hungers, oder erst später ihren Anfang genommen

hat. Jedenfalls sollte sich durch Hungerversuche mit Tödtung in den frühsten Stadien, sowie durch Entzündungsversuche allmählich bestimmen lassen, wie lange eine Fettzelle braucht, um ihren Kern zu verdoppeln.

Dass ich schliesslich die hier mitgetheilten Versuche nicht als abgeschlossen ansehe, und dass ich mir wohl bewusst bin nichts Definitives zu geben, brauche ich dem Leser wohl nicht zu sagen; er mag sich durch die vielfache Wahrscheinlichkeitsrechnung, die zahlreichen „wenn" und „vielleicht", die ich anwenden, und die verschiedenen Möglichkeiten, die ich offen lassen musste, oft nicht besonders interessirt gefühlt haben. Er wird mir aber wohl auch darin Recht geben, dass bei dem noch so kindlichen Zustand der Zellenphysiologie hier der vorsichtigste Weg der beste und derjenige ist, auf dem Irrthümer und unnütze Arbeit am Besten vermieden werden [1]).

---

1) Anhangsweis mag hier noch das Resultat einer nachträglich angestellten, länger währenden Nahrungsentziehung mitgetheilt sein; es ist besonders mit Hinblick auf das pag. 361 Gesagte von Interesse, denn es plaidirt noch mehr, wie irgend einer der vorigen Versuche, für die Rückbildung der Fettzellen zu fixen Bindegewebszellen.

Kaninchen Nr. 12, älteres trächtiges Weibchen, vorher mässig gut genährt. Von Ende April an täglich 35—25 Grms. Kartoffelschale. Warf 8 Tage nach Beginn der Hungerkur mehrere todte Junge, zeigte sich in den folgenden 6 Wochen anscheinend ganz munter, wurde dann allmählich hinfälliger und starb am 3. Juni.

In den Inguinal- und Achselfalten wie am Mesenterium wurden keine volle oder annähernd volle Fettzellen mehr gefunden, ebensowenig serösatrophische (d. h. also nach d. O., noch membranhaltige). In den Gefässnetzen der Fettläppchen finden sich aber in Menge Zellen, welche wohl mit Sicherheit als regressive Fettzellen anzusprechen sind, denn sie enthalten zahlreiche kleinste und kleine und viele von ihnen auch mittelgrosse Tropfen gelblichweissen Fettes, — was der grösste Theil der Bindegewebszellen in den Fettläppchen nicht thut — und ihre Zahl und Vertheilung in den Maschen entspricht auch ganz der der früheren Fettzellen. Einzelne dieser fetthaltigen Zellen haben mehr gerundete, walzige oder spindelige Formen, die Hauptmenge aber zeigt in der Form — Abplattung, Zackung, Ausläufer und gegenseitige Anastomosen dieser Ausläufer — alle möglichen Uebergänge zu den nebenliegenden fixen Bindegewebszellen; die meisten der fetthaltigen Zellen sind grösser als die letzteren, aber auch in der Grösse finden sich massenweis Uebergangsformen.

III. Erörterungen über „Fettgewebe."

Eine andere Ansicht wie die von mir vertretene hat inzwischen in einer Arbeit Toldt's Ausdruck gefunden. Die letztere, offenbar gleichzeitig mit der meinigen entstanden, ist so kurz nach meiner vorläufigen Mittheilung publicirt [1]), dass in ihr auf die letztere kein Bezug mehr genommen ist. Bei dieser Unabhängigkeit und Gleichzeitigkeit der beiderseitigen Forschungen konnte es mir um so erfreulicher sein, dass in vielen Puncten von Bedeutung Toldt's Beobachtungen und die meinen sehr gut zusammenstimmen: so z. B. in den Angaben über die Abhängigkeit der Fettzellenanlage von den Blutgefässen (Toldt p. 7, in meiner Arbeit p. 48 ff.), über die Membranlosigkeit der jungen Fettzelle (p. 12 bis p. 62), über das gleichzeitig verschiedene Verhalten verschiedener Fettläppchen (Toldt für Atrophie p. 20, ich für Entwicklung p. 51 u. a.) und über die

---

Besonders bemerkenswerth ist ferner, dass eine grosse Zahl dieser atrophischen Fettzellen, an manchen Präparaten über ein Drittel der vorhandenen, mehrere Kerne, meistens zwei, einzelne aber auch drei und mehr besitzt. Die Kerne mancher der einkernigen Fettzellen sind aussergewöhnlich gross, oft bis 0,0136 mm. Länge und 0,0112 mm. Breite, dabei mit zwei bis mehreren Kernkörpern. Die Kerne der mehrkernigen Fettzellen dagegen sind stets viel kleiner, oft um mehr als die Hälfte. — Formen von starker Wucher-Atrophie, wie sie in Abschnitt 1 geschildert wurde (wo also eine Fettzelle eine grosse Menge endogener Zellen producirt), sind hier nirgends zu finden: entweder ist das Stadium derselben hier schon vorüber, oder es kommt bei so allmählichem Schwund wie hier überhaupt nicht zu solchen Formen des Vorgangs, sondern nur zu der eben beschriebenen bescheidenen Kernvermehrung — resp. vielleicht Zellenneubildung.

Denn es finden sich ausserdem in auffallend grosser Zahl in den atrophischen Fettläppchen kleine rundliche freie Zellen, die man vielleicht als solche Producte der Fettzellen ansehen kann; jedenfalls dagegen nicht als directe Rückgangsproducte von Fettzellen, denn sie sind fettlos, und in der Grösse bieten sich keinerlei Uebergangsformen zwischen ihnen und den fetthaltigen Zellen. (Im Juni 1871.)

1) Toldt's „Beiträge zur Histol. und Physiol. des Fettgewebes" (Sitzungsber. d. Wien. Acad. d. Wissensch. Bd. 62, Abth. II. Juliheft 1870) wurden vorgel. am 21. Juli 1870; meine vorl. Mitth. erschien im Centralbl. f. d. med. Wissensch. vom 16. Juli 1870; meine Arbeit im Arch. f. mikr. Anat., gleichzeitig mit letzterer abgeschickt, erst im Herbst des letzten Jahres.

Fortexistenz des Protoplasma in der Fettzelle (p. 13 bis p. 68), für welche ich unten noch einen Beleg bringen werde, u. a. m. Diese Uebereinstimmungen gewähren einen Trost dafür, dass wir in unsern Schlüssen um so weniger harmoniren. Wenn Toldt an die Spitze seiner Arbeit den Satz stellt:

„Das Fettgewebe ist ein Organ eigner Art und darf weder nach seiner Entwicklung, noch nach seinem histologischen Verhalten, noch nach seiner Function zum Bindegewebe gerechnet werden", so muss ich dem letzteren Theil dieses Satzes durchaus entgegentreten und habe das im Voraus schon in jener meiner Arbeit gethan. Ich wiederhole es hier, weil eben diese Ansicht Toldt's in neuster Zeit von anderer Seite eine Fürsprache gefunden hat, welche ich, ohne mich Missverständnissen auszusetzen, nicht unerwidert lassen kann.

Rollet hat in seinem geistvollen Versuch zu einer neuen Eintheilung der Gewebe[1]) das „Fettgewebe" mit Toldt vom Bindegewebe separirt und hält somit die Entstehung desselben aus den Elementen des Bindegewebes nicht für die physiologische Norm; sondern scheint als solche noch immer die Bildung der Fettzellen aus kleinen, runden Zellen — jungen Zellen, Keimzellen R. — anzunehmen, obschon er hierfür keinen neuen Beleg bringt. Rollet erachtet es dabei allerdings für „durch W. Flemming nachgewiesen, dass die Fettzelle nicht immer aus kleinen rundlichen Zellen sich entwickelt, sondern dass auch vorerst grösser und in Bezug auf Vielgestaltigkeit den Zellen des Bindegewebes ähnlich gewordene Zellen sich in Fettzellen umwandeln" (l. c. p. 137). Diese Darstellung meiner Resultate kann ich jedoch nicht unterschreiben, weil sich aus dieser Fassung leicht gerade das Gegentheil von dem herausdeuten liesse, was ich sagte: ich habe vielmehr zunächst die Entstehung aus jenen vielgestaltigen Zellen als die Regel, und die aus kleinen runden als die Ausnahme hingestellt. Und wenn Rollet weiter sagt:

„Ganz abgesehen von der Grösse und Gestalt der Zellen, welche in Fettzellen übergehen, kommen jene Zellen dort, wo wahre Fettläppchen sich entwickeln, besonders angehäuft vor. Ist nun die Neubildung der in der Anlage für das Fettläppchen gesammelten

1) Ueber Elementartheile der Gewebe und deren Unterscheidung. Arbeit des physiolog. Inst. zu Gratz. 1871.

vielgestaltigen Bildungszellen immer von einer oder einer beschränkten Anzahl von Bindegewebszellen ausgegangen, oder wie es mir wahrscheinlich erschien, aus eingewanderten amöboiden Zellen entstanden? Darüber müsste, um über die Histogenese des Fettgewebes ins Klare zu kommen, erst noch endgültig entschieden werden", so hatte grade die Entscheidung dieser Frage meine wesentliche Arbeit gebildet, ich war an sie gegangen in derselben Voraussetzung wie Rollet, und habe sie entscheiden müssen im entgegengesetzten Sinn. Wenn also Rollet dem Wortlaute meiner Arbeit Aufmerksamkeit geschenkt hat, so muss ich annehmen, dass er meine Gründe nicht beweisend fand, und möchte dieselben also hier nochmals vertreten.

Ich habe gesagt und demonstrirt, dass die Fettzelle im erwachsenen gemästeten Thier, wie im Embryo und Säugling, in den constanten Fettlagern der Inguinalfalte und des Rückens (also gerade speciellen „Fettorganen" nach Toldt) vorwiegend entsteht — nicht etwa aus Zellen, „welche in Bezug auf Vielgestaltigkeit den Zellen des Bindegewebes ähnlich geworden sind", wie Rollet es ausdrückt, sondern aus Zellen, welche in all ihren histiologischen Charakteren den fixen Zellen des Bindegewebes gleich sind, welche vielfach demonstrirbar mit zweifellosen, fettlosen fixen Bindegewebszellen anastomosiren, und welche ich deshalb wohl ein Recht hatte fixe Bindegewebszellen zu nennen (vergl. a. a. O. p. 58, 59, 62, 72—74, Fig. 14—17 u. a.).

Rollet's Ansicht von der massenhaften Zellenneubildung an den Fettanlagen, und von der Entstehung der Fettzellen aus kleinen runden Elementen scheint wesentlich auf seine Beobachtungen am Mesenterium begründet zu sein, das ich, aus eben dem Grunde, schon a. a. O. einer besondern genaueren Besprechung unterwarf (p. 63). Hier ist in der That, wie dort beschrieben, die Masse von Theilungsformen und von jenen kleinen runden Zellen so gross, und das Auftreten von Fett in Letzteren so häufig zu beobachten, dass das Object sehr für Rollet's Ansicht spricht. Bedenkt man aber, einen wie geringen Bruchtheil das Mesenterialfett gegenüber der Masse des sonstigen Körperfettes ausmacht, und ferner, dass jenes unter andern Bedingungen wächst und lebt wie dieses, so wird man nicht ohne Weiteres die Beobachtung an jenem auf dieses übertragen. Ein Gewebe kann doch erscheinen unter verschiedenen Formen. Der Fettkörper der Amphibien ist gewissermassen ein

eigen modificirtes Stück Mesenterium; er erscheint auf den ersten Blick morphologisch wie histiologisch so verschieden von dem Subcutanfett eines Säugers, wie etwa ein Ligamentum nuchae des Letzteren von dem Intermusculargewebe eines Frosches, die wir beide als Bindesubstanzen betrachten. Wenn man also den Fettkörper oder das Mesenterium allein zum Schema nehmen wollte, so würde man eine pars pro toto gewinnen, die leicht auf Irrungen führen kann. Ich habe deshalb, und auch weil die Beobachtung am Mesenterium (l. c.) vielfach unsicher ist, mich zugleich und hauptsächlich an das Subcutanfett und Nierenfett gehalten und hier eben klar ausgesprochen den Entwicklungsmodus aus fixen Bindegewebszellen gefunden, von dem ich vorher sprach. Dass dieser Entwicklungsmodus vorkommen kann, war längst bekannt; dass er die Regel ist, habe ich zuerst ausgesprochen, seit man überhaupt die wahren Formen jener Zellen kennt. Für die Begründung verweise ich auf meine oben citirten Angaben und Figuren, und möchte einen Einspruch dagegen nicht für wohlbegründet halten, ehe man nicht wenigstens versucht hat, diese Resultate mit meinen Methoden zu controliren, ohne welche meines Erachtens eine sichere Entscheidung kaum möglich ist.

Die Häufigkeit kleiner rundlicher Zellen, die ich nach v. Recklinghausen's und Ranvier's Vorgang als freie oder Wanderzellen bezeichnete, an den Fettanlagen auch des lockeren Bindegewebes habe ich schon a. a. O. constatirt; ebenso das Vorkommen von mehrkernigen, wahrscheinlich also Theilungsformen sowohl dieser, als der fixen Zellen, Theilungsformen, welche übrigens an diesen Orten keineswegs so massenhaft sind wie im Mesenterium und wie Rollet es überhaupt anzunehmen scheint. Natürlich ist es schwer zu entscheiden, in wie weit diese rundlichen Zellen ausgewanderte farblose Blutkörperchen oder Lymphzellen, in wie weit sie Producte localer Neubildung sind. Dass ihre Anwesenheit wenigstens zum Theil auf Rechnung des Ersteren kommt, glaubte ich deshalb annehmen zu können weil ich in manchen derselben die in die Jugularis gebrachten Farbstoffe fand. Ich habe aber, und darauf kommt es hier wesentlich an, auch constatirt, dass ich in solchen kleinen rundlichen Zellen bei weitem nicht so häufig und regelmässig, wie in fixen Bindegewebszellen, Fetteinlagerung fand — natürlich kann es hier für eine Entscheidung nur auf die Anfangsstadien der Fettfüllung ankommen, denn wenn Zellen schon stärker,

mit mittelgrossen Tropfen gefüllt sind, erscheinen sie, wie dort beschrieben, alle mehr ausgerundet. Ich habe ferner gesagt, dass ich bei Farbstofffütterungen die eingebrachten Pigmente nicht in jungen oder alten fetthaltigen Zellen wiederfand, und endlich, dass ich junge Fettzellen nie zum Kriechen gebracht habe. Alles das fällt ins Gewicht gegen die Annahme, dass die Fettzellen direct aus einwandernden amöboiden Zellen entstehen; ebenso gegen die Annahme, dass sie sich der physiologischen Regel nach direct aus jungen Zellen bilden, welche an Ort und Stelle durch Proliferation entstanden sind: — gegen eine Entstehung also aus den „Keimzellen", welche Rollet als besondere Gewebsgruppe aufstellt, dagegen für eine Entstehung aus fixen Bindegewebszellen. Für die Annahme Rollet's bliebe in diesem Fall nur der Weg, dass die eingewanderten resp. neugebildeten Zellen alsbald zu den Formen fixer Bindegewebszellen auswachsen, resp. auch mit einander oder mit dort schon liegenden in Anastomose treten — nach Rollet „den Bindegewebszellen ähnlich werden" könnten. — Ich bin weit entfernt diese Möglichkeit zu bestreiten. Wir wissen zwar nicht, wie lange das Leben einer fixen Bindegewebszelle währt, und wie rasch oder ob überhaupt ein physiologischer Ersatz derselben erfolgt; möglich ist eine solche fortgehende Neubildung gewiss, Golubew[1]) u. A. haben Belege dafür gebracht, dass diese dann auf Rechnung der farblosen Blutzellen zu setzen ist, und ich würde mich mit dieser Annahme um so lieber befreunden, da Vieles darauf hinweist, dass die Elemente des Blutes und Gefässsystems mit denen der Bindesubstanzen in besonders enger Gewebsverwandtschaft stehen. Ich selbst habe oben Beobachtungen mitgetheilt, welche eine Entstehung fixer Bindegewebszellen aus rundlichen kleinen Zellen beweisen — freilich waren die letzteren Zellen, welche nachweislich durch die Proliferation einer Fettzelle entstanden sind.

Aber man darf fragen wo da die Schärfe der Eintheilung bleibt, wenn das Gewebe der Keimzellen Rollet's zunächst in das Gewebe der Bindesubstanz, und durch dieses in das Fettgewebe überzugehen vermag. Dann fällt jedenfalls auch jede Schranke zwischen den beiden Letzteren und man hat ein Recht zu sagen, was ich eben gesagt habe: das Fettgewebe ist eine physiologische Form des Bindegewebes.

1) Dieses Arch. Bd. V, p. 75, vergl. die Citate bei Rollet l. c. p. 132.

Oder man müsste schon annehmen wollen, dass die Keimzellen, oder etwa die von Anfang an zur Fettaufnahme prädestinirten „Fettgewebszellen“, vielleicht auf Grund zweckmässiger Anpassung an die bestehenden Verhältnisse im Bindegewebe die allgemeine Uniform der Bindegewebszellen angenommen hätten, unter dieser bis aufs Haar täuschenden Maske aber im Stillen fortführen, als auserwählte Elemente der künftigen Proliferation und Fettfüllung zu warten. Solche Annahme würde sich freilich weder beweisen noch entkräften lassen. Zunächst müssen wir uns, scheint mir, doch halten an das was wir sehen: wir dürfen nicht „absehen von der Form“, welche, so lange die Entwicklungsgeschichte uns im Stich lässt, doch unser wesentlichstes Merkzeichen bildet. Und wenn nun eine Zelle im Bindegewebe ganz so aussieht, wie die fixen Bindegewebszellen, und obendrein noch mit solchen anastomosirt, so hat man wohl volles Recht zu sagen: sie ist eine fixe Bindegewebszelle. Oder soll uns deren der Umstand hindern, dass diese Zelle später das Schicksal hat Fett aufzunehmen? Will man das physiologische Eintheilungsprincip so weit treiben, so scheint mir die nächste Consequenz davon zu sein, dass man neben dem Fettgewebe auch ein Pigmentgewebe creiren müsste. Denn die Aufnahme oder Bildung von Farbstoff durch Zellen ist doch ein physiologischer Act, und spielt, namentlich in dem hohen Maass, in dem er bei Kaltblutern und Wirbellosen vorkommt, in der Gesammtphysiologie des Körpers gewiss eine sehr wesentliche Rolle mit. Wenn nun die einen fixen Zellen des Bindegewebes diesen Act begehen, die anderen nicht, so haben die ersteren damit ebenso viel oder so wenig Recht ein Gewebe zu heissen, wie die Fettzellen: denn von den Pigmentzellen der Aderhaut, oder den Kränzen solcher Zellen, welche die Gefässe des Frosches umflechten, könnte man mit dem besten Grund sagen, was Rollet (p. 138) von den Fettläppchen: „sind sie eingebildet, so liegen sie, ganz abgesehen von ihrer Provenienz (!), als ein Gewebe von ganz bestimmten Eigenschaften vor.“

Ich würde es sehr bedauern, wenn man aus alledem den Eindruck schöpfen wollte, als machte ich überhaupt Opposition gegen die Anwendung physiologischer Gedanken in der Gewebelehre, wie sie Rollet empfiehlt; als hätte ich einen principiellen Einspruch dagegen, dass wir uns, wie er sagt: „von der physiologischen Empirie leiten lassen müssen.“ Ich meine lediglich, dass die „Provenienz“ der Gewebe ja doch auch mit zu ihrer Physiologie gehört;

und dass also, wo wir etwas über diese Provenienz wissen und wo uns das einen Maassstab für die Eintheilung geben kann, dieser auch angelegt werden darf und muss, ohne dass wir uns damit einer Untreue gegen die physiologische Empirie schuldig machen. Mir scheint es selbst, als wäre diese Rücksicht auf die Herkunft, auf Embryologie und Phylogenie der Gewebe der wesentliche Grund, auf dem eine wirklich wissenschaftliche Gewebeeintheilung ruhen müsste. Es ist wahr, dass diese Grundlage bei unserm heutigen Wissen noch als ein Ideal erscheint. Aber, wenn Rollet auf S. 120 die Möglichkeit hinstellt, dass wir das wirkliche Wesen des Werdens einer Gewebszelle vielleicht nie werden beobachten können, — wonach wir uns dann lediglich an das Gewordene und Fungirende zu halten hätten: — so hat er doch wenige Seiten zuvor über die Ansicht, dass eine Organisation des Protoplasma nicht existire, das Gutachten gefällt:

„Diese Annahme machen heisst aber in der Erkenntniss dessen, was wir brauchen um die Lebenserscheinungen zu erklären, freiwillig und mit aller Resignation an den Schranken stehen bleiben, die uns heute die Unzulänglichkeit unserer Untersuchungsmittel noch setzt. Wir wollen dagegen mit Zuversicht hoffen, dass diese Schranken der andringenden Naturforschung weichen, und dass unser geistiges Auge einst weit über dieselben hinaus klar sehen wird.“

Nun wohl, in dieser Hoffnung, die ich aus vollem Herzen theile, darf man vertrauen, dass unser geistiges Auge künftig auch in die Morphologie, Physik und Chemie der Histiogenese tiefer blicken wird, als uns das heut begreiflich erscheint, und wird sich in dem Streben danach nicht beirren lassen. — Bis dahin muss die physiologische Empirie sicher ein nothwendiges praktisches Hülfsmittel für die Gewebeeintheilung bleiben; und wird uns um so exacter führen, je mehr man dabei der von Rollet gestellten Aufgabe genügt: „gründlich und mit allen zu Gebot stehenden Methoden die Elementartheile der Gewebe zu untersuchen“ (p. 1 l. c.). Ich wünschte, man hätte dieses Verfahren zur Controle meiner Angaben über Fettzellengenese bereits angewendet: vielleicht wäre mir dann die Bekämpfung eines besonderen „Fettgewebes“ erspart geblieben.

Toldt[1]) hat „die Bindesubstanzzellen des die Fettläppchen umgebenden Bindegewebes stets ganz frei von Fett gefunden“

1) l. c. p. 10.

— dies ist völlig richtig und stimmt mit meinen Angaben l. c.; — „nie eine Uebergangsstufe von Bindesubstanzzelle zu Fettzelle in den Läppchen gesehen,“ — solche sind nun allerdings da, auch schon im direct herausgeschnittenen Gewebe zu sehen. Aber ich begreife sehr wohl, wie die letztere Angabe Toldt's gemacht werden konnte, da ich selbst Mühe genug gehabt habe, in diesem Zellengewirr des jungen Gewebes nach sicheren Bildern zu suchen, bis ich lernte es schonend auseinander zu präpariren. Ungerechtfertigt ist es nur, dass Toldt auf seine negativen Resultate hin sofort den Schluss zieht (p. 3): „die Beobachtungen, dass Bindesubstanzzellen in Fettzellen sich umwandeln könnten (Virchow, v. Wittich, Frey, Förster) kämen nicht unter streng physiologischen Bedingungen vor, sondern seien entweder pathologischer Natur, oder fielen unter den Begriff der Mästung.“ Dieser Schluss freilich ist unhaltbar; denn niemand wird wohl annehmen, dass ein Embryo im Mutterleib oder ein Säugling sich für gewöhnlich unter pathologischen oder Mästungsverhältnissen befindet; und grade bei diesen Lebensstadien habe ich jene Uebergangsformen nicht nur als häufige, sondern als constante und regelmässige nachgewiesen (vergl. z. B. l. c. Fig. 17), und kann den Zweifelnden nur einladen, bei einem älteren Embryo mit meinen Methoden zu prüfen.

Nach meinem Erachten hätten auch allein schon jene früheren, von Toldt zugegebenen, aber für abnorm gehaltenen Fälle sehr zur Vorsicht mahnen müssen, ehe man ein „Fettgewebe“ instituirte. Denn wenn auch nur unter Umständen einmal eine Bindegewebszelle zu einer Fettzelle, wie alle übrigen, sich umbilden kann, so muss das doch in jede specifische Eigenthümlichkeit des Fettgewebes eine bedenkliche Bresche legen.

Die sonstigen Gründe Toldt's sind mehr allgemeiner Natur, sie würden, wie ich gern zugebe, für eine Besonderheit des Fettgewebes alle sprechen können, wenn die Zellengenese nicht dagegen spräche. Dass sie irgendwie beweisend sind, kann ich freilich nicht sagen. Dass „das Fettgewebe sich von einzelnen Puncten des Körpers aus entwickelt,“ oder wie ich sagen würde, dass stets an bestimmten Orten des Bindegewebes und an manchen niemals Fettzellen auftreten, ist richtig und bildet eins der physiologischen Räthsel, welche dies Gewebe uns vorlegt. Aber wenn man das durch die Aufstellung bestimmter „Fettorgane“ erklären will, so muss man zunächst äusserst viele solche Organe und eigene Ent-

wicklungspuncte für sie annehmen; denn alle die Fettzellengruppen, welche sich constant in den verschiedensten Regionen des Bindegewebes finden, welche ihr Blut von den verschiedensten Stämmen her beziehen, als ein histiologisches Continuum anzusehen, das möchte wohl schwer angehen. Was soll, um nur ein Beispiel zu geben, aus den locker gehäuften, aber constant vorkommenden Fettzellen werden, welche in der tieferen Cutis um die Haarbälge her liegen? Sie sind und bleiben isolirt von den subcutanen Fettlagern, sie entstehen und leben nicht an „eigenen“ Gefässbäumchen, sondern an den Blutbahnen, welche zu den Haarbälgen und Hautpapillen führen. — Es wird von Toldt selbst zugegeben (l. c. p. 7, 8), dass die Gefässe der Fettläppchen mit denen des umliegenden Gewebes Anastomosen unterhalten können. Dass übrigens das Gefässnetz des fertigen Fettläppchens in seiner Form ein eigenthümlich angeordnetes Ganzes darstellt, ist gewiss; aber wir vermögen nicht einmal zu sagen, in wie weit diese Anordnung das genetisch Gegebene, in wie weit sie das physiologisch Gewordene ist, in wie weit überhaupt diese beiden Kategorien trennbar sind. Wenn man etwa die Chorioidea oder das Bindegewebe einer Hautpapille darum ein Organ nennen will, weil ihre Gefässe reichlicher sind und eine andere Verästelungsform haben wie andere Gefässe im Bindegewebe, so kann man das ja auch thun; ich sehe aber nicht ein, dass es uns irgendwie weiter bringt.

Dem ferneren Satze Toldt's: „das Fett als Bestandtheil der Fettgewebszelle ist ein Product des Stoffwechsels derselben, seine Anhäufung in und sein Verschwinden aus der Fettzelle ist Resultat der lebendigen Thätigkeit ihres Protoplasma“ — möchte ich auch nur in etwas bedingter Form zustimmen. Toldt hält die Fettzelle analog einer Drüsenzelle (p. 18); ich halte sie für eine modificirte fixe Bindegewebszelle: und so wenig wie alle ihre fettleeren Schwestern in der Gefässadventitia das absolute Vermögen zeigen, Fett zu bilden und zu verwalten, so wenig kann ich es ihr an sich zuschreiben, glaube vielmehr, dass sie die Bedingungen dazu erst erhält durch das aus den Blutgefässen transsudirende Material und dass sie von diesen Bedingungen bei ihrem Wachsthum wie bei ihrer Atrophie in enger Abhängigkeit bleibt. Ich glaube das um so mehr, da man sieht, dass Fett im gutgenährten Körper nicht nur in die Fettzelle abgesetzt wird, sondern auch in Zellen, die nicht zu

solchen werden, ja wahrscheinlich auch frei ins Gewebe [1]). — Dass nun diejenigen Zellen, welche Fett aufnehmen, dafür zur Zeit dieser Aufnahme besonders disponirt sein müssen, das ist ja unabweislich, weil eben nicht alle es thun; und dies fordert eben eine Erklärung. Will man diese geben indem man die bindegewebige Natur der Zellen einfach läugnet, so ist das ein kurzer, aber wie wir sahen kein exacter Weg. Da wir aber schon für die atrophisch wuchernden Fettzellen uns mit der Annahme einer besonderen Disposition einzelner Zellen beruhigen mussten, so sehe ich nicht, weshalb man das nicht auch hier einstweilen thun soll. — Dass übrigens das Protoplasma der Zelle bei der Bildung und Verarbeitung des Fettes eine wesentliche Rolle mitspielt, habe ich nie bezweifelt, habe das aber (l. c. p. 75) nur sehr andeutungsweise erwähnt, da ich es für besser hielt über Dinge nicht zu reden, so lange wir von ihnen doch nichts Näheres wissen.

Ich wünsche mit dieser Erörterung nur gezeigt zu haben, dass es kein leerer Wortstreit ist, wenn ich gegen ein besonderes Fettgewebe opponirt habe. Mag man sonst den bequemen Namen gern anwenden, sofern man keine Vorurtheile über die Genese daran knüpft. — Und so will ich auch keinen Kampf führen gegen den culminirenden Satz Toldt's: „Das Fettgewebe ist ein Organ eigener Art," obwohl grade dieses Manchem besonders weitgehend

---

1) Vergl. in meiner Arbeit p. 61, sowie bei Czajewicz (p. 307 u. a.). Für die physiologische Auffassung der Fettzellenbildung, die ich aus den Befunden gewonnen habe, verweise ich auf p. 72 a. a. O.; als die Hypothese die sie ist, halte ich sie aufrecht, da ich nicht sehe wie man die histiologischen Thatsachen anders erklären will. — Ich will bei dem Anlass bemerken, dass ich das Experiment der Gefässnervendurchschneidung an einer Extremität, welches Toldt gemacht hat um durch Gefässerweiterung und so verstärkten Stoffwechsel die Fettzellen zu entleeren, im Anfang meiner Arbeiten ebenfalls mit nachfolgender Mästung angestellt habe um zu sehen, ob man etwa durch die Gefässdilatation eine vermehrte Fettproduction erzielen könne, woran sich nach meiner Theorie denken liesse. Ich musste aber selbst schon damals das Experiment, für den von mir verfolgten Zweck, als naiv und roh bezeichnen; denn es ist mir kein Weg bekannt die Gefässnerven einer Extremität zu trennen, als der einer Ichiadicusdurchschneidung und eine solche setzt so viel andere unberechenbare Störungen, dass da jede Controle aufhört; ich war also nicht verwundert, nach folgender circa 14tägiger Mästung kein positives Resultat zu finden. würde mich selbst nicht über ein negatives wundern.

und neu erscheinen mag. Wie es übrigens Nichts Neues unter der Sonne giebt, so ist auch diese Ansicht schon früher mit nicht geringerer Energie, wenn auch mit noch minderer Begründung geltend gemacht worden, und findet sich, abgesehen von gleichen Meinungen noch älterer Forscher, z. B. vertreten bei Todd und Bowman [1]) wo es nicht nur heist: „This (adipose) tissue has no alliance either of structure or function with the areolar tissue,“ sondern wo dann sogar die einzelne Fettzelle als „a perfect organ in itself“ dargestellt wird. — Ein Beweis, dass der Begriff eines Organs nicht blos heute ins Détail geht. Wenn man denn überhaupt diesen schwer bestimmbaren, rein physiologischen Begriff und Namen in die Morphologie übertragen muss, so scheint mir dazu der Weg Haeckel's entschieden als der consequenteste, und ich würde mich in diesem Sinne z. B. gar nicht bedenken, wenn es Fettzellen mit mehreren bleibenden Kernen gäbe, diese nach Haeckel Organe erster Ordnung zu nennen. — Bei der rein histiologisch-physiologischen, praktisch gewiss sehr nützlichen Definition nach Carus und Rollet [2]) bleibt eben der Begriff Organ völlig unbegrenzt: man kann es danach z. B. Niemandem wehren, ein irgendwie grob abgegrenztes Stück (makroskopisch gesprochen) Bindegewebe als Organ zu bezeichnen, z. B. eine Sehne, ein Ligament, die Sclerotica oder eine Darmzotte; wenn man also die Massen der Fettzellenlager, mit ihren Gefässen und deren Muskeln und Nerven so nennen will, so widerspreche ich nicht, ich mache nur die Bedingung, dass die Elementartheile dieses Organs aus Bindegewebszellen entstehen und jeden Augenblick neu daraus entstehen können. — Aber man wird dabei, wenn man mit Toldt das Fettgewebe einer Drüse vergleicht, sich zu erinnern haben, dass dies nicht mehr wie ein blosser Vergleich ist, so lange die Entwicklung aus einem epithelialen Keimblatt und die Secretion nach Aussen den Begriff einer Drüse bilden; und man wird vor Allem eingedenk sein müssen, dass die blossen Namen Organ und Secretion noch keins von den Räthseln beseitigen, welche für die Physiologie der Fettzelle und der Zelle überhaupt zu lösen bleiben.

---

1) Physiological anat. and physiology of man, 1845, p. 80.

2) l. c. p. 131 u. 141, wonach die Organe aus einem oder mehreren einfachen Geweben zusammengesetzt werden.

Methode.

Um über die Zellenformen innerhalb der Fettläppchen zu entscheiden, wird es absolut nöthig die letzteren auseinanderzupräpariren. Ich habe dazu hauptsächlich die schöne und einfache Methode des künstlichen Oedems durch Einstich angewandt, deren Einführung das Verdienst Ranvier's ist, und früher schon davon gesprochen (l. c. p. 40). Ich erlaube mir hier noch genauere Angaben darüber und über die Modificationen, die ich für den vorliegenden Zweck passend fand; einmal für Den der meine Angaben controliren will, sodann, weil das Verfahren eine allgemeinere Verwendung verdient, wie es bis jetzt gefunden zu haben scheint.

Injection flüssigbleibender Massen genügt hier nicht, da das Gewebe zu sehr wieder zusammenschnurrt; ich wende deshalb jetzt gewöhnlich eine Mischung von Gelatine $^1/_4$, Aq. destill. $^1/_2$, Glycerin $^1/_4$ an, welche auf circa 40° C. erwärmt und dann mit etwa $^1/_{10}$ ihres Volums 5procentiger Silberlösung gemischt wird (dies ist für die Markirung der Zellen besser, wie der schwache Silberzusatz nach Ranvier). Sie wird dann, wenn es darauf ankommt mit entfettetem Spritzenstempel, durch Einstich unter die Haut oder in's freiliegende Bindegewebe injicirt; für eine etwas pralle gleichmässige Ausdehnung ist es gut, dabei den Ort der Canülenspitze mehrfach zu verändern, was natürlich nicht geschehen darf, wo man auf freie Fetttröpfchen Acht geben will. Dann stecke ich das Thier in gestossenes Eis, um die Masse sofort erstarren zu machen; fertige die Schnitte mit dem Rasirmesser aus dem herausgeschnittenen und auf Eis gekühlten Tumor (ganz gefrorene schneiden sich schlecht), setze sie nach Waschung in Aq. dest. $^1/_2$ Stunde dem Licht aus, und lege sie etwa eine Stunde lang in Picro-Carmin (l. c. p. 41). Dann werden sie unter öfterem Wasserwechsel wieder gewaschen, bis sie durchsichtig rosenroth aussehen, endlich mit Aq. dest., welches 3—4 pro Cent Essigsäure enthält, übergossen, und hiermit durchtränkt in Glycerin, oder direct eingeschlossen. Man hat hierdurch den Vortheil, dass man sofort beobachten kann; der Einschluss in dem schwachsauren Ranvier'schen Ameisensäure-Glycerin (l. c.) liefert allerdings noch schönere Bilder, aber die volle Säurewirkung tritt hier erst lange nachher ein. Die Präparate dürfen nicht warm, nicht einmal an der Sonne stehen, damit der Leim nicht zerfliesst.

Die Injection der Blutgefässe, welche Toldt empfiehlt, kann vorher ausgeführt werden, für das Inguinalfett gelingt sie leicht vollständig von der Aorta aus. Sie liefert für diese Methode sehr hübsche Bilder, ist aber nicht nöthig, da die Gefässe durch die Tinction unverkennbar werden.

Die Zellen sind in solchen Tumoren ganz intact einbalsamirt. Der Gedanke, dass dieselben durch die Injection in ihrer Form verändert, etwa abgeplattet sein könnten, ist völlig abzuweisen. Es wäre das schon physikalisch undenkbar, da ja der Druck innerhalb einer Flüssigkeit von allen Seiten gleich wirken muss; und ich brauche nur zu erinnern, dass die weichen Zellen des embryonalen und die Eiterzellen des entzündeten Gewebes bei dieser Methode ganz dieselben Formen zeigen, wie im frischen Zustand. Bei vorsichtiger Einspritzung bleibt auch Alles in seinem alten Situs gegeneinander und z. B. die serösen Fettzellen nicht zusammengefaltet, sondern ganz rundcontourirt, nur öfter etwas in die Länge gestreckt. Bei sehr praller Einspritzung erhält man einige Kunstproducte: zwar die Fettzellen in den geschlossenen Läppchen werden kaum aus ihren Maschen entfernt; wo sie aber vereinzelter liegen, wie in der tieferen Cutis (die man ebenfalls noch sehr stark aufspritzen kann), sind sie oft eine Strecke weit vom Gefäss abgezerrt und gewähren dann eigenthümliche Bilder (Fig. 13); die Zelle hat sich beim Fortrücken vom Platz eine Anzahl Fibrillen mitgenommen, in denen sie hängt wie ein Ballon in seinen Gondeltauen, und diese sind durch das Herüberschlingen über andere Fibrillenbündel zu einem Strang vereinigt, so dass es aussieht, als sei die Zelle in einem solchen Bündel aufgehängt.

Es sei hier angefügt, dass man durch solche Aufspritzungen der Cutis, bei etwas stärkerem Silberzusatz, sich zugleich die schönsten Bilder von Lymphgefässendothel verschaffen kann. Ferner constatirt man auf diesem Wege sehr leicht, dass die Nervenstämmchen in der Cutis wie auch im Subcutanstratum eine vollständige Endothelbedeckung, also vielleicht eine Lymphscheide haben: was von Rudneff früher entdeckt ist.

Was diese Methode für das Studium der Zellen leistet, dafür mag hier noch ein Beispiel Platz finden. Nach einigem Liegen wird gewöhnlich, namentlich an Ameisensäurepräparaten, das Fett durchweg feinkörnig und verliert dabei einen Theil seines Glanzes, so dass man dann durch den Inhalt voller Fettzellen hindurch ein-

stellen und die darüber wie darunter liegenden Theile deutlich wahrnehmen kann. Die Demonstration des Fettzellenkerns, die in früherer Zeit selbst für ein histiologisches Kunststück galt, ist auf diesem Wege bei jeder Zelle eine Kleinigkeit. Aber das ist nicht Alles. Toldt hat mit dankenswerther Schärfe die Fortexistenz von Protoplasma in der Fettzelle betont, und als gutes Mittel zu dessen Nachweis die sehr verdünnte Essigsäure empfohlen. Diesen Nachweis kann man nun um die ganz volle Zelle herum in situ führen durch die Picrocarminfärbung. Auf der obern wie untern Kugelfläche verfolgt man mit der Schraube die Ausdehnung des Protoplasma, welches vom Kern ausstrahlend den Fetttropfen umgreift. Die Fig. 12 zeigt das Bild einer solchen oberen Zellenfläche, das freilich bei der Projection in die Papierebene lange nicht so schön und schlagend ist, wie bei wechselnder Einstellung.

Erklärung der Tafel XXVIII.

Alle dargestellten Objecte sind nach der oben angegebenen Silberleim-Picrocarmin-Methode angefertigt.

Das Fett in den atrophischen Zellen, soweit es eine gelbliche oder schmutzige Farbe zeigte, ist in verschiedenen Nuancen grau gehalten. In Fig. 6 entspricht die gelbe Färbung der im Object.

Die Fibrillen und vielfach auch die Gefässe sind weggelassen.

Indem ich die Thiere, von denen die Objecte stammten, nach Nummern citire, verweise ich auf den obigen Bericht über die Versuche.

Fig. 1. a. Fettzellen aus der Inguinalfalte von Kaninchen 6.
α. Serös-atrophisch, β γ δ in verschiedenen Stadien atrophischer Wucherung. γ mit nadelförmigen Krystallen.
b. Fettzellen aus der Inguinalfalte von Kaninchen 3. $\alpha\,\beta\,\gamma$ serös-atrophisch in verschiedenen Stadien, β zweikernig, δ atrophisch-wuchernd. Hartn. 7, 3.

Fig. 2. Fettzellen aus der Inguinalfalte von Kaninchen 5, in atrophischer Wucherung, die Producte auswachsend zu fixen Bindegewebszellen. 9, 1.

Fig. 3. Fettzelle aus der Achselfalte vom selben Thier, ebenso. 9, 1.

Fig. 4. Drei Fettzellen vom selben Thier (Inguinalfett). Anfangs- bis

Endstadien von atrophischer Wucherung ohne Auswachsen zu fixen Zellen. 7, 1.

Fig. 5. Fettzellen aus der Inguinalfalte von Meerschwein 4, theils serös-atrophisch, theils atrophisch-wuchernd. α Zelle mit unvollständiger Membran, β mit erhaltener und fast ganz abgelöstem fetthaltigem Protoplasma, γ mit erhaltener Membran und wenig Endogenzellen, ϑ mit vielen. An mehreren Fettzellen hat das Protoplasma die Formen fixer Zellen. δ ε fetthaltige fixe Zellen. 7, 3.

Fig. 6. Meerschwein 11, Inguinalfett. Uebergangsformen der Fettzellenneubildung mit weissem Fett, drei fixe Zellen mit gelbem Fett. Die Uebergangsformen stammten aus ein und demselben Sehfeld mit 7, 3 und sind nur Bequemlichkeitshalber etwas beim Zeichnen aneinandergerückt. 7, 3.

Fig. 7. 2 Monate altes Kaninchen, aus der Inguinalfalte; Entzündung durch eingebrachtes jodgetränktes Hollundermark, untersucht nach $2^1/_2$ Tagen. Blutgefässe mit rothen Blutzellen vollgestopft, zahlreiche freie Zellen im Gewebe; Wucherung in vielen der Fettzellen. 7, 1.

Fig. 8. Hund 1, Achselfalte. Neben einer Fettzelle mit deutlich bemerkbarem Protoplasma in derselben Gefässschlinge eins der Häufchen fixer Zellen (vergl. oben) z. Th. mit Kernvermehrung und fetthaltig. 7, 3. e. T.

Fig. 9. Ein Stück Gefässnetz (im Schnitt) aus einem fettleeren Fettläppchen von Kaninchen 6. Die sonstigen Zellen weggelassen. n Nerv. 4, 3. e. T.

Fig. 10. Eine Masche aus dem letzteren Läppchen mit sämmtlichen darin und daran liegenden Zellen, genau copirt. n Nerv. 7, 1. e. T.

Fig. 11. Aus einem Schluss-atrophischen Läppchen von Kaninchen 10, wie vorige Fig. mit allen Zellen genau copirt. In vielen fixen Zellen Fetttröpfchen; eben solche auch frei. n Nerv. 7, 1.

Fig. 12. Hund 1, normale Fettzelle mit anliegender Capillare und einigen fixen Zellen und Fibrillen (b Fibrillenbündel in der Quellungsgestalt, die es gewöhnlich durch die Methode erleidet). — Das Protoplasma der oberen Fettzellenfläche (mit Kern) ist nach wechselnder Einstellung über dieselbe gezeichnet. 9, 2.

Fig. 13. Zweimonatliches Kaninchen, Fettzellen aus der Umgegend eines Haarbalges, welche in Folge von sehr starker Einstichinjection Fibrillen mitgezerrt haben und nun an Fibrillenbündeln zu hängen scheinen. Das Thier war etwas atrophisch und die Zellen demnach nicht ganz gefüllt. 7, 3.

Ueber Schwärmerbildung bei Radiolarien.

Von

Prof. **L. Cienkowski.**

Hierzu Taf. XXIX.

Fast sämmtliche Thatsachen die wir über die Entwickelungsgeschichte der Radiolarien kennen, machen es höchst wahrscheinlich, dass die Kapsel bei der Fortpflanzung genannter Organismen wesentlich betheiligt sei. Ausser der vielfach beobachteten Vermehrung der Kapsel durch Theilung besass die Wissenschaft noch einige Angaben, die von grosser Bedeutung zu sein versprachen. Schon Joh. Müller[1]) hat im Innern einer Acanthometra ein Gewimmel von kleinen monadenartigen Bläschen gesehen, die eine Weile schwärmten und dann in actinophrysähnliche Gebilde sich umwandelten. Da die Herkunft dieser monadenartigen Körperchen nicht zu ermitteln war, so konnte der Verdacht einer parasitischen Einmischung in die ganze Erscheinung nicht beseitigt werden.

Noch mehr zu Gunsten der Existenz beweglicher Radiolarienkeime sprechende Thatsachen führt Häckel in seinem berühmten Werke an[2]). Er sah erstens bei Sphärozoiden den Inhalt der Kapsel in viele Blasen zerfallen und zweitens hat er bei Sphärozoum in den Kapseln Bläschenhaufen, die eine wimmelnde Bewegung zeigten, beobachtet. Was besonders für die Zugehörigkeit dieser

---

1) Abhandlungen der Berliner Academie. 1858.

2) Die Radiolarien p. 141, 147; Taf. 33, Fig. 9; Taf. 35, Fig. 11, 12.

Bildungen zu den Radiolarien beweisend schien, war der Umstand, dass erwähnte Bläschen dieselben wetzsteinartigen krystallinischen Körperchen, welche häufig dem Kapselinhalte der zusammengesetzten Radiolarien beigemengt erscheinen, enthielten. Zuletzt sind noch zu erwähnen die von Schneider in Thallasicolla-Kapseln gefundenen Gruppen von amöboiden Bläschen, die mit geisselartig bewegten Fortsätzen versehen waren [1]).

Die mitgetheilten Beobachtungen machten es also höchst wahrscheinlich, dass die Radiolarien durch bewegliche Keime, die aus dem Kapselinhalte gebildet werden, sich fortpflanzen.

Auf Erforschung dieser Verhältnisse, so wie auf die Entwickelung der räthselhaften gelben Zellen waren hauptsächlich meine Bemühungen gerichtet, als ich im verflossenen Winter (Januar bis Mitte März) die Gelegenheit hatte, in Neapel und Messina lebende Radiolarien zu untersuchen. Es erwies sich bald, dass die Acanthometren und die einfachen Radiolarien, z. B. die so häufig in Neapel vorkommende Aulacantha für die Untersuchung wenig geeignet sind; ich wandte mich daher vorzüglich zu den colonienbildenden Formen. Ich untersuchte besonders die Collosphära und das Collozoum.

Die Structur-Verhältnisse der zusammengesetzten Radiolarien sind in Müller's Abhandlungen und Häckel's classischem Werke in der Hauptsache fast erschöpfend dargestellt, so dass ich mich was diesen Punct anbelangt ganz kurz fassen kann. Die Sphärozoiden und Collosphäriden stellen Aggregate von Kapseln, die von einer gemeinschaftlichen Protoplasmamasse zusammengehalten werden, dar. Die Kapseln sind in gewissen Abständen von einander entfernt; das sie verbindende Protoplasma besteht aus Alveolen (Blasen) von verschiedener Grösse zwischen und an welchen Sarcode-Strahlen und Netze sich hinziehen. Ich fand immer die Kapseln an die Oberfläche der Alveolen angelehnt, oft linsenförmig zusammengepresst und von einer strahlenden Protoplasmaschicht eingehüllt, die sich ebenfalls an die Alveolen anschmiegt und continuirlich in die sarcodischen Umhüllungen benachbarter Kapseln übergeht. Ausser den, die Kapseln tragenden Alveolen gibt es viele kleinere, die der Kapseln entbehren. Erwähnt man zuletzt die gelben Zellen, die man fast nie vermisst und verschiedenerorts zerstreut findet, so sind damit die weichen Hauptbestandtheile der zusammengesetzten Radiolarien angegeben.

1) Müller's Archiv, 1858, p. 41.

Die von mir auf ihre Entwickelungsgeschichte untersuchten Collosphären gehören den zwei schon beschriebenen Arten an, der C. Huxleyi Müller und C. spinosa Häckel.

Wie aus Müller's und Häckel's Arbeiten hinlänglich bekannt, besitzt die Collosphära eine Gitterschale, die eine Kapsel mit protoplasmatischer Umhüllung einschliesst. Bei der erst genannten Species ist die Schale glatt und meist weit von der Kapsel abstehend (Fig. 2—4), bei C. spinosa ist sie mit kurzen Stacheln besetzt (Fig. 7—10). Der Inhalt der Kapsel ist bei beiden Arten homogen, hin und wieder schwach violet gefärbt und schliesst eine centrale Oelblase ein. Die gelben Zellen habe ich gewöhnlich innerhalb der Schale in einen Haufen vereinigt gefunden, obwohl einige auch äusserlich an der Oberfläche des Gitters anklebten (Fig. 7, 8). Die jungen Kapseln sind nackt ohne Schale in eine strahlende Protoplasmaschicht eingebettet, von keiner scharf conturirten Hülle umgrenzt (Fig. 1). In diesem Stadium theilen sie sich häufig durch Abschnürung in zwei Hälften. Erst in reiferem Alter bekommt die Kapsel eine resistentere Membran und wird in eine Gitterschale eingeschlossen (Fig. 2).

Die Veränderungen, die nun weiter in der Kapsel stattfinden, bestehen darin, dass ihr ganzer Inhalt in eine Menge kleiner Kügelchen zerfällt (Fig. 6, c.). Ich konnte dieses bei C. Huxleyi auf dem Objectträger unter Deckgläschen während eines Tages sich vollziehen sehen. Schon nach einigen Stunden erschienen im Inhalte viele zarte Bläschen, die ferner in kleinere Körperchen zerfielen (Fig. 5, 6). Auf dem Objectträger liess sich leider die Cultur bei der genannten Species nicht weiter führen. Dagegen glückte es bei C. spinosa einen Schritt weiter zu gehen. In einigen lebenskräftigen Exemplaren, die ich in Neapel im Februar fing, waren schon fast sämmtliche Kapseln von einer Unzahl kleiner Kügelchen gefüllt (Fig. 9). Diese Collosphära-Colonien wurden in grössere mit Seewasser gefüllte flache Gefässe gelegt und um die Fäulniss zu vermeiden, Stücke von Ulva und anderen grünen Algen hinzugefügt. Einen Tag darauf fand ich, statt der gewöhnlichen wurstförmigen oder kugeligen Colonien, die ich eingelegt, Haufen von gelblichen Körnchen, welche mit einer Glasröhre herausgehoben unter dem Mikroskope als Kapseln der C. spinosa sich erwiesen. Die Alveolen, an denen sie angeheftet sassen, waren ganz verschwunden, von dem strahligen Protoplasma blieb nur hier und da an den Kapseln anklebend eine

Spur übrig. Die Kapseln waren dicht aneinander gedrängt. Auf den ersten Blick schien das Untersuchungsmaterial im Absterben begriffen zu sein und ich wollte es schon bei Seite legen, als ich in mehreren Kapseln eine wimmelnde Bewegung der eingeschlossenen Körperchen gewahr wurde, die in kurzer Zeit fast alle Kapseln des Haufens ergriff und mit massenhaftem Ausschwärmen endigte.

Ich konnte nun einen Theil des Materials unter Deckgläschen (bei Vermeidung eines zu starken Druckes) so wie auch in hängenden Tropfen mit starker Vergrösserung ganz ruhig beobachten.

Fast in jeder Kapsel wimmelte es von monadenartigen Wesen, die frei gewordenen schwammen munter in allen Richtungen umher. Neben Kapseln, deren Inhalt noch homogen, nicht differenzirt blieb, lagen solche, die schon voll von ruhenden, andere die von schwärmenden Kügelchen erfüllt waren. An einer Kapsel sah ich die letzteren aus einer Stelle massenhaft heraustreten (Fig. 10). Einigemal glaube ich ganz deutlich beobachtet zu haben, wie sie durch die Gitteröffnungen davon liefen.

Betrachten wir etwas näher die herumschwimmenden Körper, die ich schon jetzt als Zoosporen bezeichnen will.

Die Collosphära-Schwärmer sind 0,008 Mm. lang eiförmig, am schmalen Ende, welches zwei lange Cilien trägt, etwas schief abgestutzt (Fig. 11, 12). In allen Zoosporen fand ich ein krystallinisches, an beiden Polen abgerundetes oder zugespitztes Stäbchen (0,004 Mm. lang), welches oft über den Körper etwas hervorragte. Fügt man noch einige Oelbläschen hinzu, so ist damit schon alles bezeichnet, was man von geformten Elementen an dem nackten protoplasmatischen Körper der Zoospore wahrnehmen kann. Unter der Unmasse von schwimmenden Schwärmern lagen viele bewegungslose umher. Sie waren rund oder eckig mit ausgezogenen Spitzen; ihr Inhalt zeigte dieselbe Zusammensetzung wie die der beweglichen Zoospore, ausserdem sah man an ihnen eine oder mehrere Abschnürungen. Augenscheinlich waren es in Formung aus dem Kapselinhalte begriffene Entwickelungsstadien der Schwärmer (Fig. 15—17). Dieselben Erscheinungen wiederholten sich an den anderen Collosphära-Exemplaren, die ich zu weiterer Cultur im Gefässe liegen liess. Die Bewegung der Zoosporen dauert über 24 Stunden; dann zerfliessen sie, das Stäbchen und die Oelbläschen zurücklassend. Meine Bemühungen, die Schwärmer auf verschiedene Art zu cultiviren, um sie zu weiterer Entwickelung zu bewegen, führten immer

zu negativen Resultaten. Trotz dem, obwohl das fernere Schicksal der schwärmenden Zellen unermittelt blieb, glaube ich dennoch dieselben als Zoosporen auffassen zu können. Für diese Deutung spricht ihre Bildung aus dem Kapsel-Inhalte, die ich, wenigstens für die ersten Stadien, bei C. Huxleyi auf dem Objectträger direkt beobachten konnte, ferner die in Abschnürung begriffenen Protoplasmatheile, die das Stäbchen, welches man so oft im ungetheilten Kapsel-Inhalte in grosser Zahl findet, schon enthielten. Diese Thatsachen, sowie auch das normale Aussehen des Inhaltes machen die Voraussetzung, es wären hier doch parasitische Monaden im Spiele, nicht zulässig. — Haben wir einmal die Ueberzeugung gewonnen, dass schwärmende Zellen in den Entwickelungskreis der Radiolarien gehören, so bekommen einige der früheren Angaben, besonders die von Häckel über Sphärozoum eine hohe Beweiskraft. Die wimmelnden Bläschen mit wetzsteinartigen Körperchen, die der genannte Forscher bei Sphärozoum fand, waren höchst wahrscheinlich mit Collosphärazoosporen identische Bildungen.

Die zweite von mir untersuchte Form der colonienbildenden Radiolarien war das gewöhnliche Collozoum inerme. Die hier gewonnenen Resultate stimmen in der Hauptsache vollständig mit den früher von Häckel erhaltenen überein. In einigen Punkten erweitern sie dieselben und durch die Leichtigkeit, mit welcher man die Vorgänge im Kapselinhalte beobachten kann, sind sie geeignet, die hier aufgestellte Behauptung nicht unwesentlich zu unterstützen.

Die Kapsel ist auch hier im Jugendzustande hüllenlos in eine strahlige Protoplasmaschicht eingebettet. Sie vermehrt sich durch Theilung, in dem sie Bisquitform annimmt oder sich wurmartig verlängert und krümmt und dann durch mehrere Einschnürungen in gesonderte Theile scheidet (Fig. 25—28).

So wie die Collosphärakapseln vor der Zoosporenbildung eine harte Membran ausscheiden, so thun es ebenfalls die der Collozoen. Ihre Kapseln bekommen scharfe Umrisse und wachsen bedeutend (Fig. 21). Ihr Inhalt enthält ausser der Oelblase nicht selten eine Menge kleiner krystallinischer Stäbchen, die ganz denen, die wir bei Collosphärazoosporen fanden, gleichen. Diese Stäbchen scheinen indessen für die weitere Formung des Inhaltes von keiner Bedeutung zu sein, da ähnlich sich verhaltende Kapseln mit oder ohne Stäbchen in derselben Colonie nicht selten vorkommen. Der Anfang

der Differenzirung des Inhaltes wird durch das Zerfallen in keilförmige radial um die Oelblase gestellte Partien angekündigt (Fig. 18, 19). Uebrigens ist diese Anordnung keineswegs ausnahmslos, da die Inhaltstheile ebenso oft unregelmässige oder kugelige Massen bilden. Die Differenzirung schreitet nun weiter fort: die grossen Protoplasmapartien zerfallen in eine Unzahl kleiner Körperchen, die wiederum durch Abschnürung sich theilen können (Fig. 20, 22). Zerdrückt man eine Kapsel in diesem Stadium, so sieht man austretende nackte Inhaltsballen von verschiedener Grösse, die schon aus lauter kleinen Körperchen zusammengesetzt sind (Fig 20). Das indifferente Verhalten der Oelblasen bei dem Zerfallen des Inhaltes tritt hier deutlich hervor. Sie liegen theils in den Ballen eingeschlossen, theils frei zwischen den Haufen umher. Wo nur eine Oelblase vorhanden war, habe ich sie stets ausserhalb der Kügelchenaggregate gefunden. Wie bei Collosphära ist auch hier die sich vollziehende Differenzirung des Inhalts durch das beginnende Zusammenrücken der Kapseln angezeigt. Die Colonien bekommen dabei ein grob punktirtes Aussehen, bedingt durch die scharfen Umrisse der Kapseln und durch die sie bedeckenden gelben Zellen. Nach und nach verschwinden die Alveolen und das strahlende Protoplasma fast gänzlich; die Kapseln werden dadurch gewöhnlich so nahe aneinander gepresst, dass sie abgeflacht, wie ein Parenchymgewebe, dessen Intercellularräume von gelben Zellen erfüllt sind, aussehen (Fig. 23, 24). In diesen Kapselhaufen findet, wie uns schon die Erfahrung an Collosphära zeigte, vorzugsweise die Differenzirung des Inhalts statt, obwohl dieselbe noch bei normalem Habitus der Colonie beginnen kann.

Bis dahin ist die Analogie der Vorgänge mit Collosphära so gross, dass es höchst befremdend wäre, wenn auch das letzte Stadium, das Ausschwärmen der aus dem Kapsel-Inhalte gebildeten Bläschen, hier ausbliebe. Unglücklicherweise war ich durch Krankheit genöthigt an dieser Stelle meine Untersuchungen abzubrechen und die Frage wie aus dem differenzirten Kapselinhalte die ganze Colonie entsteht, unentschieden zu lassen. Hier will ich nur noch zwei Beobachtungen, die die Entwickelung der Kapsel direkt aus dem strahlenden Protoplasma sehr wahrscheinlich machen, anführen. Die erste hier bezügliche Thatsache ist von Stuart gefunden worden. An Collozoum inerme sah Stuart[1]), dass ein einfaches

1) Göttinger Nachrichten, 1870, No. 6.

Klümpchen verdichteten Protoplasmas zum Sitze der Entwickelung neuer Individuen wird. Dabei scheiden sich aus dem klaren Protoplasma kleine Fetttröpfchen, welche sich später in ein centrales vereinigen, weiter folgt eine Trennung des Protoplasma in eine hellere äussere Schicht und eine innere dunklere, die sich in die Kapsel verwandelt. Die jüngsten Stadien der letztern wurden als solche durch die Anwesenheit kleiner polyedrischer Krystalle, welche für die untersuchte Art charakteristisch sind, erkannt. Ich fand keine Gelegenheit diese Angaben zu prüfen.

Die zweite Thatsache, die die Entwickelung der Kapsel aus dem strahlenden Protoplasma zu beweisen scheint, habe ich selbst häufig ebenfalls an Collozoum inerme beobachtet. Statt der gewöhnlichen, die Kapseln umhüllenden Protoplasmaschicht sah ich oft viele, dicht zusammengedrängte Bläschen, die ganz das Aussehen von jungen Kapseln besassen (Fig. 29, a). Sie waren von verschiedener Gestalt, oft in spitze Fortsätze ausgesogen, enthielten eine oder mehrere Oelbläschen und waren in reger Theilung begriffen (Fig. 29; b, c). Um den ganzen die alte Kapsel bedeckenden Haufen dieser Bläschen zog sich eine dünne Schleimschicht, der Rest des die Kapsel umhüllenden Protoplasma. Nach einigen Tagen traf ich an cultivirten Collozoen erwähnte Bläschen an der Oberfläche der Colonie zerstreut und abgerundet, weiter liess sich ihre Entwickelung nicht verfolgen.

Ich schliesse diese Notiz mit einigen die gelben Zellen betreffenden Bemerkungen.

Die Schriftsteller, die sich mit Radiolarien befassten, sehen die gelben Zellen als integrirende Theile dieser Organismen an, darüber entstand auch kein leisester Zweifel. Frägt man aber, worauf diese Ueberzeugung sich gründet, so erhält man zur Antwort, dass die gelben Zellen bei den meisten Radiolarien stets vorhanden sind. Allein schon der Umstand, dass bei derselben Species die Zahl erwähnter Zellen den grössten Schwankungen unterworfen ist und nicht selten bis auf eine einzige sinkt, sowie, dass wir von der Art wie sie sich bilden keine Kenntniss besitzen, dürfte die Angehörigkeit der gelben Zellen zu den Radiolarien etwas verdächtigen. Ziehen wir aber in Betracht, mit welcher merkwürdigen Beständigkeit einige parasitische Bildungen in den Entwickelungskreis anderer Organismen eingreifen, so wird es vielleicht nicht als Uebereilung erscheinen, wenn wir die Frage aufwerfen, ob denn die gelben Zellen

überhaupt als integrirende Theile des Radiolarienleibes zu betrachten seien? Selbstverständlich kann nur die Entwickelungsgeschichte hierin Licht verschaffen.

Beim ersten Versuch, das Entstehen der gelben Zellen in dem Protoplasma zu verfolgen, schien die Beobachtung mit keinen besonderen Schwierigkeiten verknüpft zu sein. Wie bekannt vermehren sich die gelben Zellen durch Theilung und man findet sie in verschiedenen Grössen. Leicht ist es auch im Körper der untersuchten Radiolarie nackte, gelbgefärbte Protoplasmaklümpchen anzutreffen, die man geneigt wäre, als erste Entwickelungsstufe einer gelben Zelle anzusehen. Bei genauerer Untersuchung hat sich indessen gezeigt, dass die beobachtete Radiolarie gelbe Tintinnoiden aufgenommen hatte und das die gelbe Farbe des Protoplasmaklümpchens von der unverdauten Nahrung abstammte. Ich vermochte keine einzige Thatsache aufzufinden, die unzweifelhaft das direkte Entstehen der gelben Zellen aus dem Protoplasma der Radiolarien bewiese. Um der Frage auf anderem Wege näher zu kommen, benutzte ich die interessante von Schneider gefundene Thatsache, dass die ausgeschälte Kapsel der Thallasicolla nucleata im Stande ist von neuem den Radiolarienkörper aufzubauen. Ich glaubte auf diese Weise die Bildung der gelben Zellen Schritt für Schritt verfolgen zu können, um so mehr als es Schneider[1]) gelungen war, die regenerirte Thallasicolla bis zur Entwickelung der gelben Zellen zu erziehen. In meinen Versuchen, die ich ebenfalls mit Thallasicolla nucleata (mit der blau gefärbten Varietät) anstellte, hatte zwar die ausgeschälte Kapsel neue mit blauen Partikelchen gefärbte Pseudopodien producirt, allein es glückte mir nicht die Regeneration vollständig zu verfolgen. Die einzige neue Thatsache, die ich in Betreff der gelben Zellen fand, besteht darin, dass bei Collozoum, welches längere Zeit (über eine Woche) in Seewasser liegen blieb, die gelben Zellen fortfuhren freudig zu wachsen, auch dann, wenn das Protoplasma und die Kapseln der ganzen Colonie schon völlig zerstört waren. In diesen Verhältnissen erschien um die gelbe Zelle eine ziemlich resistente Schleimmembran, die sie eng umschloss (Fig. 30, 31, h). Aus dieser Hülle trat die wachsende Zelle sehr langsam heraus, eine neue Umhüllung, die wiederum abgestreift wurde, bildend (Fig. 31, 32, 34, 35). Diese Art von Häutung wiederholte sich an derselben Zelle

1) l. c.

mehrere mal; das Austreten geschah so langsam, dass man es direkt nicht wahrnehmen konnte. Die befreite Zelle wuchs, bekam lappige Gestalt und vermehrte sich schliesslich durch Theilung (Fig. 32, 33, 36). Diese Eigenschaft der gelben Zellen nach dem Tode des Organismus, dem sie angehören sollen, zu wachsen und sich fortzupflanzen, dann die bedeutende Stärke-Quantität, die sie nach Häckel's wichtiger Entdeckung erzeugen [1]), was ich bestätigen kann, sind Erscheinungen, die zwar über die Deutung der gelben Zellen nicht entscheiden, dennoch im Lebensgange der Radiolarien höchst befremdend da stehen.

Odessa, 27. April 1871.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIX.

Sämmtliche Figuren mit Ausnahme der 11—14 sind mit dem Zeichenprisma abgebildet. Die Vergrösserung ist in Klammern angegeben. In allen Figuren bezeichnet: K die Kapsel; P das strahlende Protoplasma; O die Oelblase; G die Gitterschale.

1—6. Collosphära Huxleyi Müller.

1. Eine junge nackte Kapsel, ohne Gitterschale in das strahlende Protoplasma eingebettet (180).

2. Eine reife Kapsel in die Gitterschale eingeschlossen (180).

3, 4. Gegitterte Kapseln mit nach aussen hervortretendem Protoplasma (180).

5. Im Kapselinhalte entstehen viele Blasen (480).

6. Weitere Differenzirung des Inhaltes in die Kügelchen c. In dieser so wie auch in der vorigen Figur ist die Schale nicht abgebildet (480).

7—17. Collosphära spinosa Häckel.

7. Die Kapsel von einem strahligen Gitter eng umschlossen (180).

8. Eine Kapsel mit homogenem Inhalte an die Alveole a angeschmiegt, von der nur ein Theil abgebildet ist (180).

---

1) Jod färbt, wie Häckel richtig angibt (Jena'sche Zeitschrift. 1870, p. 534), die meisten in gelben Zellen eingeschlossenen Kügelchen blau. Um die Reaction deutlich hervortreten zu lassen, habe ich zuerst das gelbe Pigment mit Alcohol ausgezogen und dann mit starker Jodtinctur mehrere mal eingewirkt. In Chlorzinkjodlösung trat die Färbung schneller und intensiver auf.

9. Der Kapselinhalt zerfällt in eine Menge von Kügelchen (180).

10. Das Ausschwärmen der Zoosporen (180).

11, 12. Die Zoosporen (600).

13, 14. Zoosporen mit Jod getödtet (600).

15—17. In Theilung begriffener Kapselinhalt (480).

18—36. Collozoum inerme Häckel.

18. Der Kapselinhalt zerfällt in grosse Partien (180).

19. Radial angeordnete Inhaltsballen (180).

20. Gesprengte Kapsel mit austretenden Inhaltsballen, die aus Kügelchenaggregaten bestehen (180).

21. Drei Kapseln von kleinen Bläschen gefüllt (180).

22. Die in Theilung begriffenen Körperchen, aus welchen die grossen Inhaltsballen zusammengesetzt sind (480).

23, 24. Die aneinander gerückten Kapseln, parenchymartige Aggregate bildend (50).

25—28. Die durch Einschnürungen sich vermehrende junge Kapsel. 25 die gewöhnliche Bisquitform; 26 gekrümmte Kapsel mit zwei Einschnürungen; 27 in vier Theile zerlegte Kapsel; 28 eine sehr verlängerte, sich zu Theilungen anschickende Kapsel.

29. Eine Kapsel, umgeben von vielen Bläschen, (jungen Kapseln?) die wahrscheinlich direkt aus dem Protoplasma entstanden sind; b c dieselben in Theilung begriffen (180).

30—36. Verschiedene Formen der nach dem Tode der Colonie wachsenden gelben Zellen und ihre Häutung. h die Hülle (760).

Zur Kenntniss der feineren Nerven der Mundhöhlenschleimhaut.

Von

Dr. **E. Elin** aus Sibirien.

Hierzu Taf. XXX.

Für die Frage über das Verhalten der feineren Nerven der Mundhöhlenschleimhaut liegen bloss die Angaben von Kölliker und Krause[1]) vor, nach welchen die Nerven der Mundlippen und Zunge in den Schleimhautpapillen als Tastkörperchen und als sogenannte Krause'sche Kolben endigen sollen.

Für die Endigung von feinen Nerven mit specifischen Endanschwellungen in dem Schleimhautgewebe sprechen sich auch in der neuesten Zeit mehrere Autoren aus, so für die Nerven der Schleimhaut des Magens[2]), der Harnblase[3]) und des Kehlkopfes[4]). Dahingegen sagt Chrschtschonowic[5]) von den Nerven der Vaginalschleimhaut, dass feine marklose Nerven in das Epithelium eintreten, dort um die Epithelzellen Netze bilden, mit in Chlorgold sich stark tingirenden Körpern im Zusammenhange stehen, und über diese hinaus noch weiter gegen die Oberfläche zu verfolgen sind.

1) Kölliker's Handbuch der Gewebelehre. 2. Theil.

2) Trütschel, Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1870. S. 115.

3) Laodovsky, Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1871.

4) Boldyrew in diesem Archiv. VII. Bd. 2. Heft.

5) Sitzungsber. d. Acad. z. Wien. Februarheft 1871.

Ich untersuchte die Mundhöhlenschleimhaut des Kaninchens bezüglich der Nerven, und kann als das brauchbarste Gewebe, das mir ganz ausgezeichnete Resultate lieferte, die Schleimhaut des harten und weichen Gaumens vom Kaninchen empfehlen. Die Methode, deren ich mich bei meinen Untersuchungen bediente, ist dieselbe wie sie Chrschtschonowic angewendet hat. Von dem eben getödteten Thiere schneide ich dünne Schleimhautstücke aus, lege sie in $^1/_2$ $^0/_0$ Chlorgoldlösung; nachdem sie 30 Minuten daselbst geblieben sind, werden sie durch mehrere Stunden (6—24 Stunden) in distillirtem Wasser ausgewaschen, sodann in ein Fläschchen mit nahezu gesättigter Weinsteinsäurelösung gelegt. Das Fläschchen wird in Wasser von 40—50° C. gestellt und darin so lange gelassen, bis die Objecte eine sammtartig dunkelbraune Farbe erlangt haben. Hierauf werden sie durch mehrere Minuten in destillirtem Wasser ausgewaschen, in Alkohol gehärtet, und zu Schnitten verwendet.

Ohne auf den Bau der Schleimhaut des harten oder weichen Gaumens einzugehen, die ohnediess in ihren einzelnen Theilen als Bindegewebe, Papillen, Blutgefässe etc. zur Genüge bekannt sind, wende ich mich gleich zur Beschreibung der Nervenstämme der Schleimhaut selbst.

Die aus markhaltigen Fasern bestehenden Nervenstämme, welche in den tiefen Schleimhautschichten hauptsächlich in longitudinaler Richtung verlaufen, geben kleinere ebenfalls aus markhaltigen Fasern bestehende Stämmchen ab, welche in schiefer oder nahezu senkrechter Richtung gegen die Oberfläche der Schleimhaut aufsteigen.

Diese verzweigen sich in der Weise, dass die markhaltigen Fasern einfach oder zu zweien gegen die Papillen der Schleimhaut aufsteigen. An diesen einfachen oder zu zweien verlaufenden markhaltigen Fasern können wir ein ganz eigenthümliches Verhalten bemerken. Die Schwann'sche Scheide ist im Allgemeinen ganz ausserordentlich mächtig entwickelt, sie besitzt nur wenige oblonge scharf begrenzte Kerne, und erscheint als eine im Chlorgold eben noch gefärbte faserige Schichte, welche in ihrem Dickendurchmesser die eigentliche Nervenfaser um das Doppelte übertrifft. Diese letztere ist an Chlorgoldpräparaten ausgezeichnet durch Anschwellungen, die in ziemlich regelmässigen Abständen auftreten, und die in ihrer Grösse, wie wir noch anführen werden, bedeutende Verschiedenheiten zeigen. Die Nervenfaser erhält dadurch das Ansehen einer varicösen Faser.

An Schnitten, die senkrecht auf die Oberfläche geführt wurden, hören die meisten der eben beschriebenen Fasern in der Nähe des Epithels auf, oder richtiger gesprochen, sind die meisten durchgeschnitten, denn wie man sich an schiefen Schnitten überzeugt, ändern sie in der Nähe des Epithels ihre Verlaufsrichtung und sind sie noch viel weiter zu verfolgen. An senkrechten Schnitten nun, an denen, wie oben erwähnt wurde, wegen der veränderten Verlaufsrichtung die markhaltigen Nervenfasern abgeschnitten sind, findet man diese scheinbaren Enden verschieden gestaltet. Das eine Mal ist die Nervenfaser hinter einer kleineren oder grösseren Anschwellung abgeschnitten; ein anderes Mal hört die Nervenfaser mit einer kleineren und ein drittes Mal mit einer ganz ungewöhnlich grossen Anschwellung, wie solche auch im Verlaufe der beschriebenen Nervenfasern anzutreffen sind, auf. Auf diese letzte Form, wie ich sie vor mir habe, passt ziemlich genau die Beschreibung, wie sie uns Boldyrew von einzelnen Nerven der Epiglottis giebt. Boldyrew hält diese Anschwellungen für Endigungen von markhaltigen Nerven. Ich kann diess für die Gaumenschleimhaut in keinem Falle thun, einmal, weil wie schon erwähnt, an einer und derselben Nervenfaser die Anschwellungen bedeutende Grössenverschiedenheiten darbieten, so dass man im Verlaufe einer solchen gerade mit einer grösseren Anschwellung scheinbar endigenden Nervenfaser kleinere und grössere Anschwellungen abwechseln sieht und zweitens, weil ich mich, was ich gleich weiter ausführen werde, an schiefen Schnitten überzeugt habe, dass die besagten Nervenfasern unter Umwandlung ihres Charakters als markhaltige Fasern und ihrer Richtung, noch viel weiter als bis zu den obersten Schleimhautschichten zu verfolgen sind.

An Schnitten, welche in schiefer Richtung durch die Papillen und die oberflächlichsten Schichten der Schleimhaut gelegt sind, kann man bemerken, dass die oben beschriebenen Nervenfasern in eine mehr horizontale Richtung abbiegen und in dünne oder breitere Fasern übergehen, die einer auffälligen Schwann'schen Scheide fast ganz entbehren, in ihrem Verlaufe zuweilen einen oblongen Kern eingeschaltet enthalten und an Chlorgoldpräparaten mehr das Aussehen von aus fein granulirter Substanz bestehenden Fasern besitzen. Sie verzweigen sich unter dem Epithel und hängen unter einander zu einem nicht sehr dichten Netz zusammen. Wir können somit sagen: unter dem Epithel gehen die durch eine breite

Schwann'sche Scheide, sowie durch knotige Anschwellungen ausgezeichneten markhaltigen Fasern der mucosa in marklose Nervenfasern über, die zu einem Netz zusammenhängen.

Bevor ich nun auf die weiteren Verhältnisse der Nerven übergehe, will ich mir erlauben einige Bemerkungen über das geschichtete Epithel des Gaumens zu machen. Bekanntlich ist das geschichtete Pflasterepithel der Mundhöhle so gebaut, dass die tiefsten Epithelzellen mehr cylindrisch, palissadenförmig an einander gereiht sind; darauf folgen mehrere Lagen polyedrischer Zellen mit je einem rundlichen scharf begrenzten Kerne; gegen die Oberfläche zu flachen sich die Epithelzellen immer mehr ab, ihre Kerne werden oblong; endlich liegt an der Oberfläche eine mehr oder minder breite, an senkrechten Durchschnitten fast homogen aussehende Schichte, in der ziemlich regelmässig dünne stäbchenförmige Körper, Andeutungen von Kernen, eingelagert sind, und in welcher Systeme von ausserordentlich feinen Streifen, — Andeutuugen von Zellengrenzen, — eben noch wahrgenommen werden können. In morphologischer Beziehung muss ich das geschichtete Epithel des Gaumens strenge in zwei Partien trennen; die Partie, in welcher die aus granulirtem Protoplasma bestehenden, einen deutlichen, bläschenförmigen Kern enthaltenden Zellen liegen, entspricht dem Rete Malpighii der cutis; auch hier verflachen sich die Epithelzellen, sowie ihre Kerne gegen die Oberfläche; die zweite Partie, die Hornschichte, die von der früheren scharf abgegrenzt ist, besteht aus Schuppen, in denen nur mehr eine Andeutung eines Kernes zu sehen ist und die unter einander zu einer fast homogenen Schichte verschmolzen sind.

An Schnitten, die von in chlorgoldgefärbten Objecten angefertigt wurden, zeigen sich in sehr vielen Fällen die tiefsten Epithelzellen, die die regelmässig gestellten Papillen umsäumen, intensiv gefärbt, während die darüber befindlichen polyedrischen Epithelzellen eben noch hellviolett gefärbt erscheinen. Zwischen den polyedrischen noch den tieferen Schichten angehörigen Epithelzellen fallen einige vereinzelt oder dichter beisammen liegende Zellen auf, deren Protoplasmasubstanz intensiv dunkelroth gefärbt, der centrale oder peripher gelegene rundliche oder oblonge Kern hell geblieben ist. Diese letzteren sind bald polyedrisch, bald scheinen sie mit kurzen Spitzen zwischen die benachbarten hellviolett gefärbten Zellen eingekeilt zu sein; sie sind ihres Kernes wegen, sowie auch, weil sie sich der Gestalt nach nur selten von den benachbarten notorischen

Epithelzellen unterscheiden, höchst wahrscheinlich auch als solche zu betrachten. Zwischen den mittleren und mehr oberflächlich gelegenen Schichten des Rete mucosum bemerkt man, wenn diese Schichten durch Chlorgold nicht gefärbt wurden, wenn sie hell geblieben sind, ganz dunkel gefärbte Körper, die ein verschiedenartiges Verhalten aufweisen. Erstlich sind sie gleichmässig intensiv gefärbte stabförmige Körper, die mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellt und an ihren Rändern vielfach ausgezackt sind; dann zeigen sich verästigten Zellen ähnliche Gebilde, die bis auf einen mehr central gelegenen hellen, rundlichen, einem bläschenförmigen Kerne ähnlichen Körper dunkel gefärbt erscheinen; endlich findet man dunkel gefärbte, einen deutlichen Kern einschliessende Gebilde, die mit ihrer Längsaxe ebenso wie die zuerst angeführten, senkrecht zur Oberfläche gestellt sind. Alle diese Formen von zelligen Gebilden stehen entweder seitlich oder nach ab- oder nach aufwärts mit gleichmässig dunkel gefärbten, oder nur wie aus hintereinander stehenden Körnchen zusammengesetzten, mehr oder weniger geschlängelt verlaufenden Fädchen im Zusammenhange, die in ganz unzweideutiger Weise von subepithelialen Nervenfasern abstammen. Es kommt nicht selten vor, dass von den besagten Körpern, wir wollen sie mit Rücksicht auf das, was eben gesagt wurde, Nervenzellen nennen, nach abwärts ein Fädchen abgeht, das in einiger Entfernung bogenförmig sich wieder gegen die Oberfläche umschlägt, in seinem Verlaufe körnige Anschwellungen besitzt, gabelig sich theilt oder ungetheilt bis gegen die Hornschichte zu verfolgen ist.

Von dem subepithelialen Netz markloser Fasern erheben sich einzelne in die Papillen, daselbst laufen sie bis an die Spitze derselben vor, besitzen hier nicht selten eine einen deutlichen oblongen Kern tragende Anschwellung und dringen nun in das Epithel ein. Andere hingegen, obwohl selten, steigen aus dem subepithelialen Netz in einen zwischen zwei Papillen befindlichen Epithelzapfen in das Epithel auf. In beiden Fällen nehmen sie einen fast senkrechten Verlauf gegen die Oberfläche, sind sehr häufig durch körnige Anschwellungen ausgezeichnet und erscheinen zuweilen wie eine aus hinter einander stehenden Körnchen gebildete Faser. Sie verlaufen im Rete mucosum mehr oder weniger stark geschlängelt bis zur Hornschichte, wo sie am Schnitte mit einer relativ grossen Anschwellung aufzuhören scheinen oder aber gabelig sich theilen und

dann in einer zur Oberfläche parallelen Richtung zu verfolgen sind. Sie geben auf ihrem Laufe durch das Rete mucosum seitlich feine Fädchen ab, die ebenfalls körnige Anschwellungen besitzen und sich entweder mit den oben beschriebenen Nervenzellen verbinden, oder aber um den Rand einer Epithelzelle stark geschlängelt verlaufend sich herumwinden, um sich mit einem benachbarten Nervenfädchen zu vereinigen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung kann ich, um sie in Kürze zu wiederholen, in folgende Punkte zusammenfassen:

1) Aus dem submucosen Gewebe steigen kleine nur aus wenigen markhaltigen Fasern bestehende Stämmchen in nahezu senkrechter Richtung gegen die oberen Schichten der Mucosa auf. Jedes Stämmchen theilt sich in der Mucosa ein- oder mehrfach so, dass daraus vereinzelte oder zu zweien verlaufende Fasern abgehen.

2) Die markhaltigen Fasern sind an Goldpräparaten ausgezeichnet durch grössere oder kleinere Anschwellungen, die ihnen das Aussehen von varicösen Fasern verleihen. Die genannten Nerven liegen in einer breiten in Goldchlorid sich eben noch färbenden kernhaltigen Schwann'schen Scheide eingebettet.

3) In den obersten Schichten der Mucosa gehen die zumeist vereinzelt verlaufenden markhaltigen Fasern in marklose, einer auffallenden Schwann'schen Scheide entbehrenden, durch vereinzelte eingeschaltete Kerne ausgezeichnete Fasern über, die an Goldpräparaten wie aus einer feingranulirten Substanz bestehend angetroffen werden. Sie laufen zumeist der Oberfläche parallel und hängen netzartig zusammen.

4) Aus diesem Netz steigen feine Fasern theils neben Blutgefässen in die Papillen auf, von deren Spitze aus sie in das Epithel eindringen, theils, obwohl seltener, gelangen sie direct aus der Mucosa in die zwischen den Schleimhautpapillen befindlichen Epithelzapfen.

5) Die in das Epithel aufsteigenden feinen marklosen Nervenfasern sind an den meisten Stellen ihres Verlaufes ausgezeichnet durch kleine körnige Anschwellungen. Sie verlaufen im Epithel fast senkrecht gegen die Oberfläche mehr oder weniger geschlängelt, theilen sich gabelig oder geben auf ihrem Laufe seitlich feine Zweigchen ab, die sich stellenweise netzartig vereinigen. In den mehr gegen die Oberfläche zu gelegenen Schichten des Rete mucosum stehen sie mit oblongen oder unregelmässig gestalteten, in Chlorgold

sich intensiv färbenden verästigten zelligen Gebilden im Zusammenhange.

6) Einzelne Nervenfasern dringen bis in die obersten Schichten der abgeplatteten Epithelzellen des Rete mucosum vor, wo sie am Schnitte mit einer Anschwellung aufzuhören scheinen; auch hier zweigen sich seitlich feine Fasern ab, die ebenfalls kleine körnige Anschwellungen besitzen. Mit diesen sich abzweigenden feinen Fasern umgreifen sie (an Schnitten) in einer zur Oberfläche parallelen Richtung den oberen Rand einer Epithelzelle stark geschlängelt verlaufend und biegen dann wieder gegen die Mucosa ab.

Schliesslich erfülle ich die sehr angenehme Pflicht Herrn Dr. E. Klein für seine freundliche Unterstützung meinen Dank auszusprechen.

Wien, im April 1871.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXX.

Fig. 1. Senkrechter Durchschnitt durch die Schleimhaut des Gaumens vom Kaninchen. Vergröss. Hartnack. Obj. 5, Ocul. 3.
- a. Epithel.
- b. Markhaltige Nerven.
- c. Querdurchschnittener Nervenstamm.

Fig. 2. Senkrechter Durchschnitt durch die Schleimhaut des Gaumens vom Kaninchen. Vergröss. Hartnack. Obj. 8, Ocul. 3.
- a. Rete Mucosum.
- b. Verhornte Schichte.
- c. Papille.
- d. Nervenfädchen.
- e. Nervenzellen.

Fig. 3. Ein ebensolcher Durchschnitt. Vergröss. Hartnack. Obj. 8, Ocul. 3.
- a. Rete Mucosum.
- b. Verhornte Schichte.
- c. Papille.
- d. Nervenfäden.

Fig. 4. Ein ebensolcher Durchschnitt.
- a. Rete Mucosum.
- b. Verhornte Schichte.
- c. Papille.
- d. Nervenfäden.

Druck von Carl Georgi in Bonn.



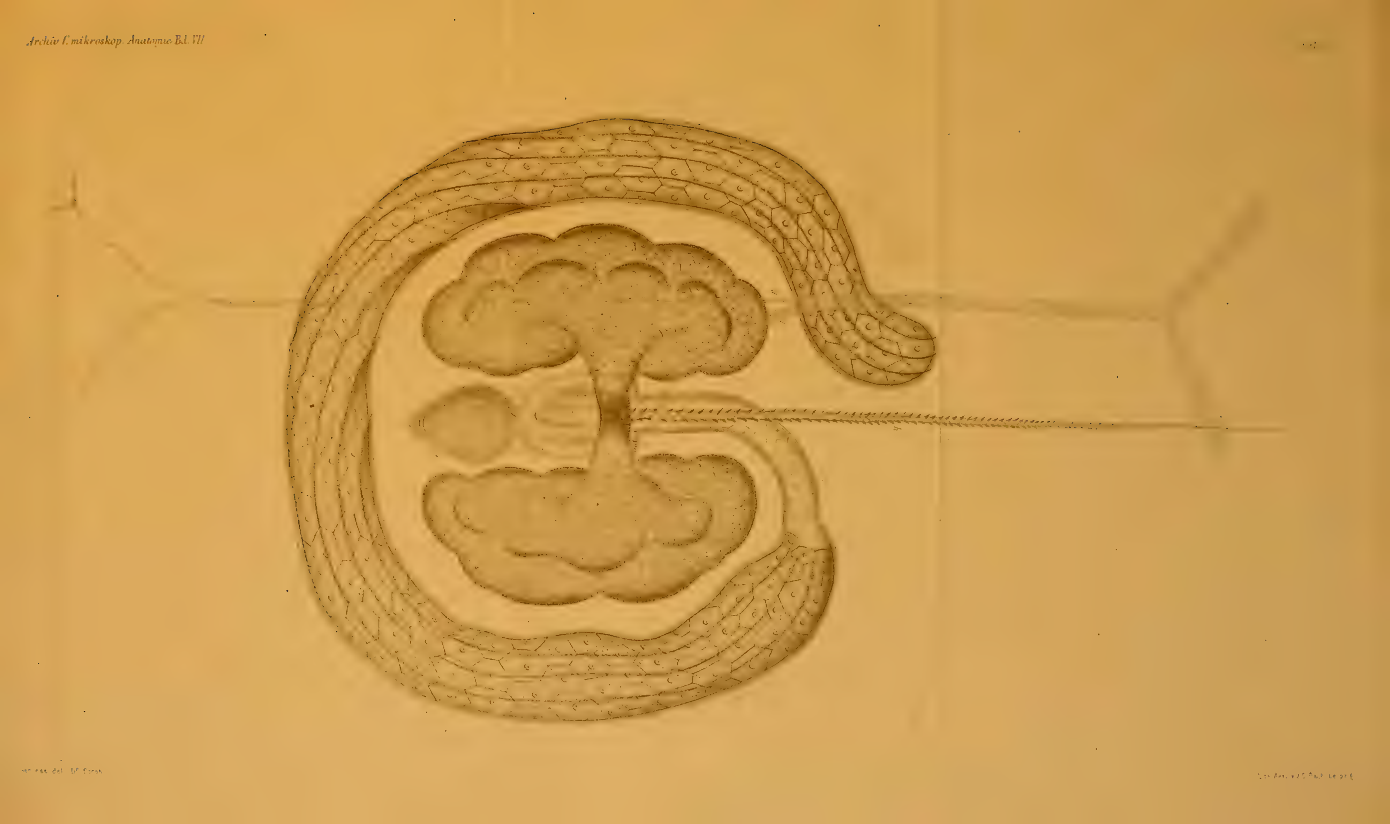














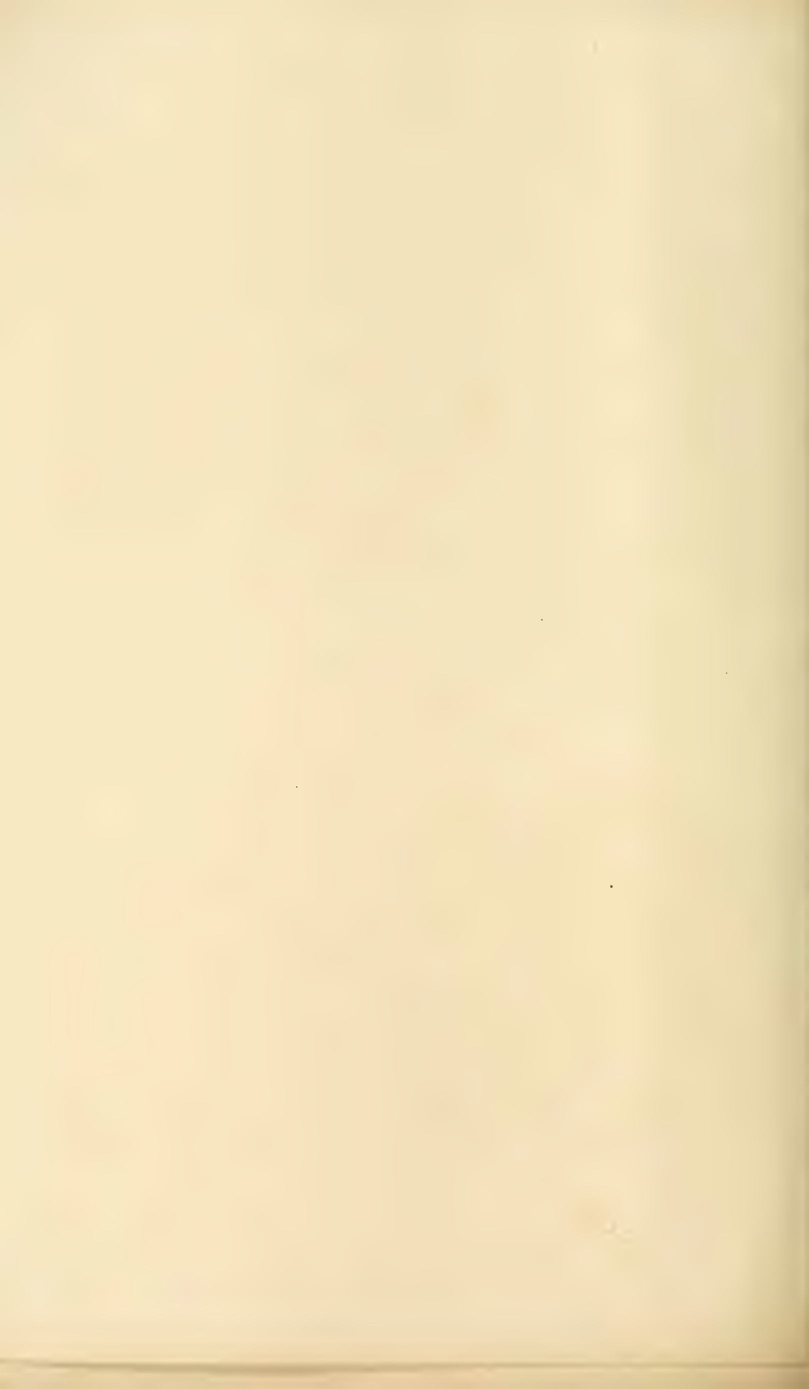


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4.

Fig. 5.

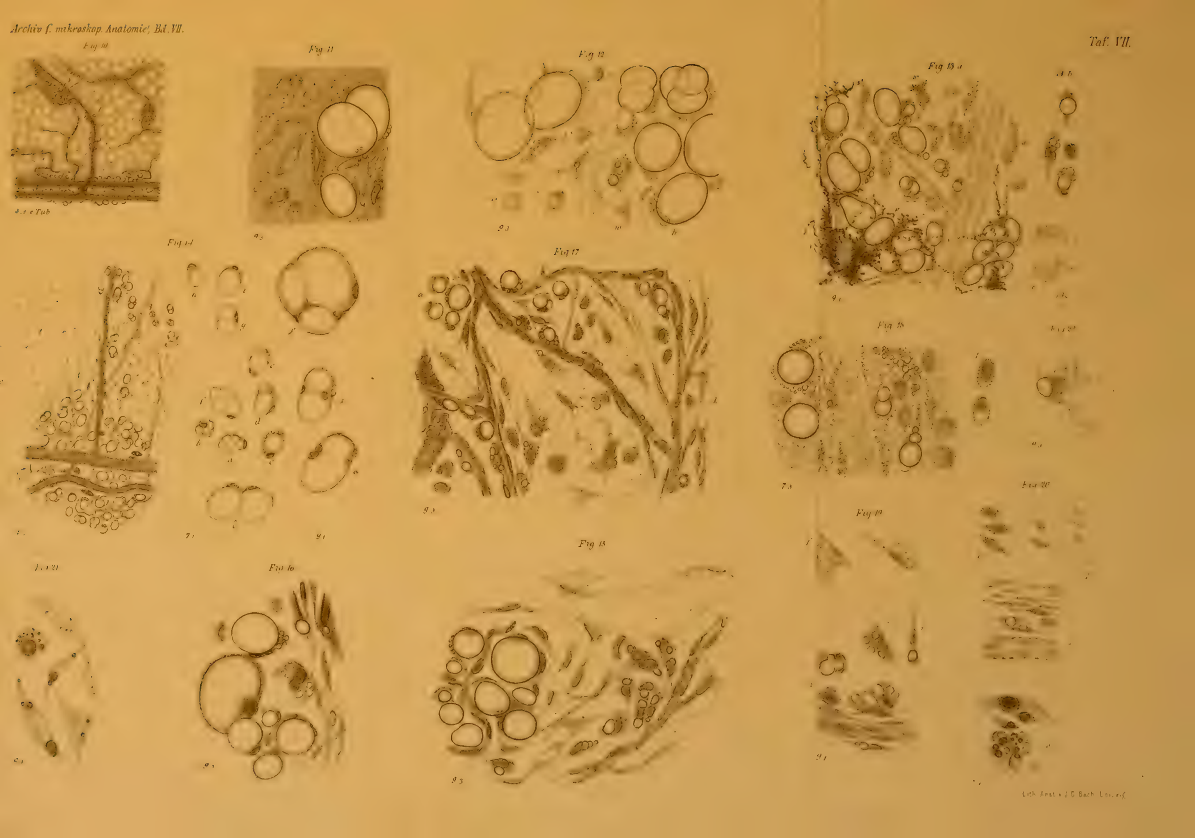
Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 6.

Fig. 9





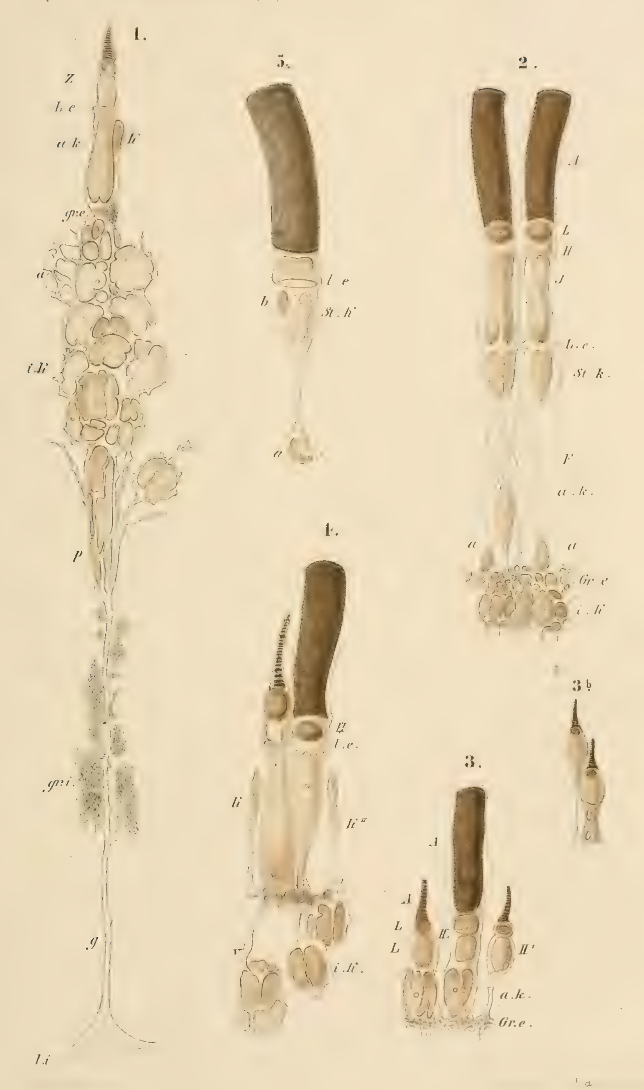
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

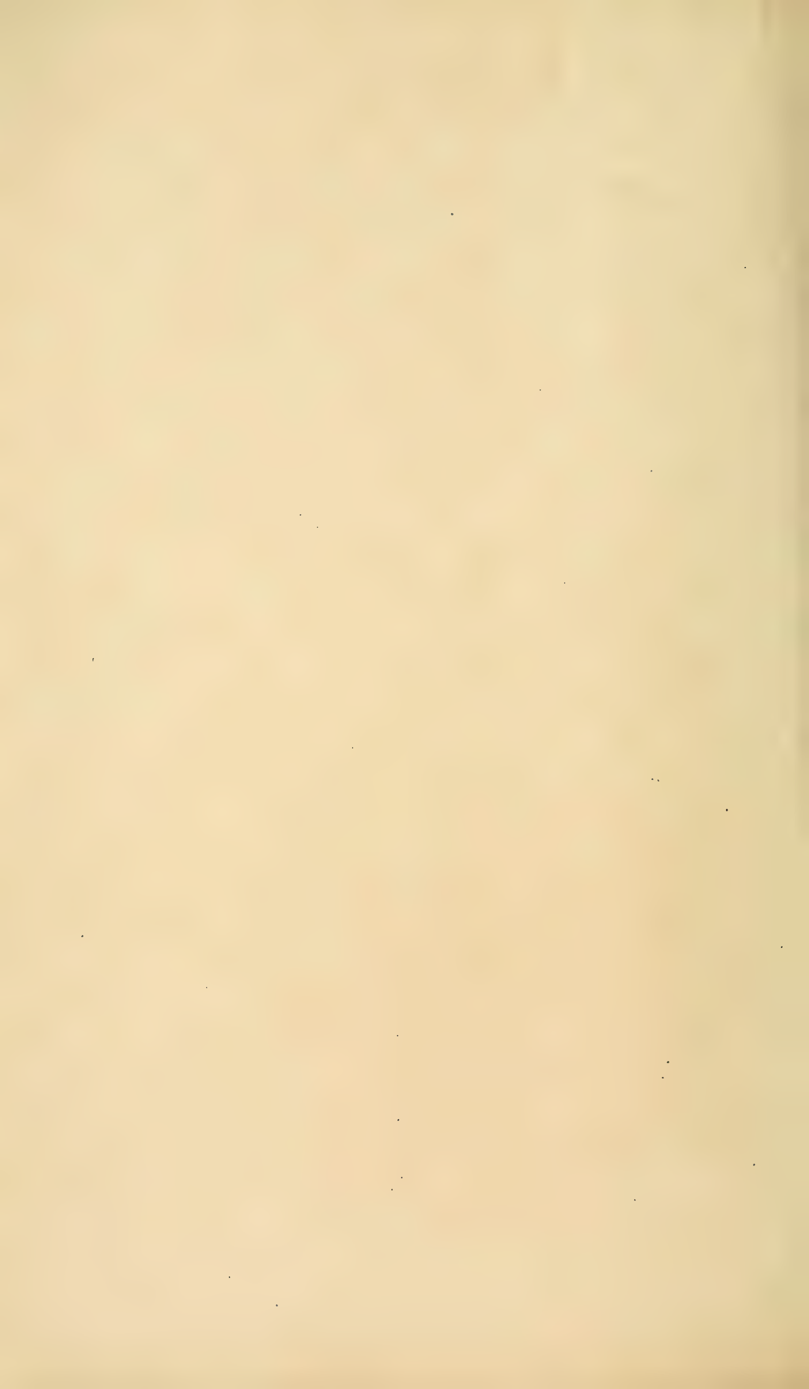




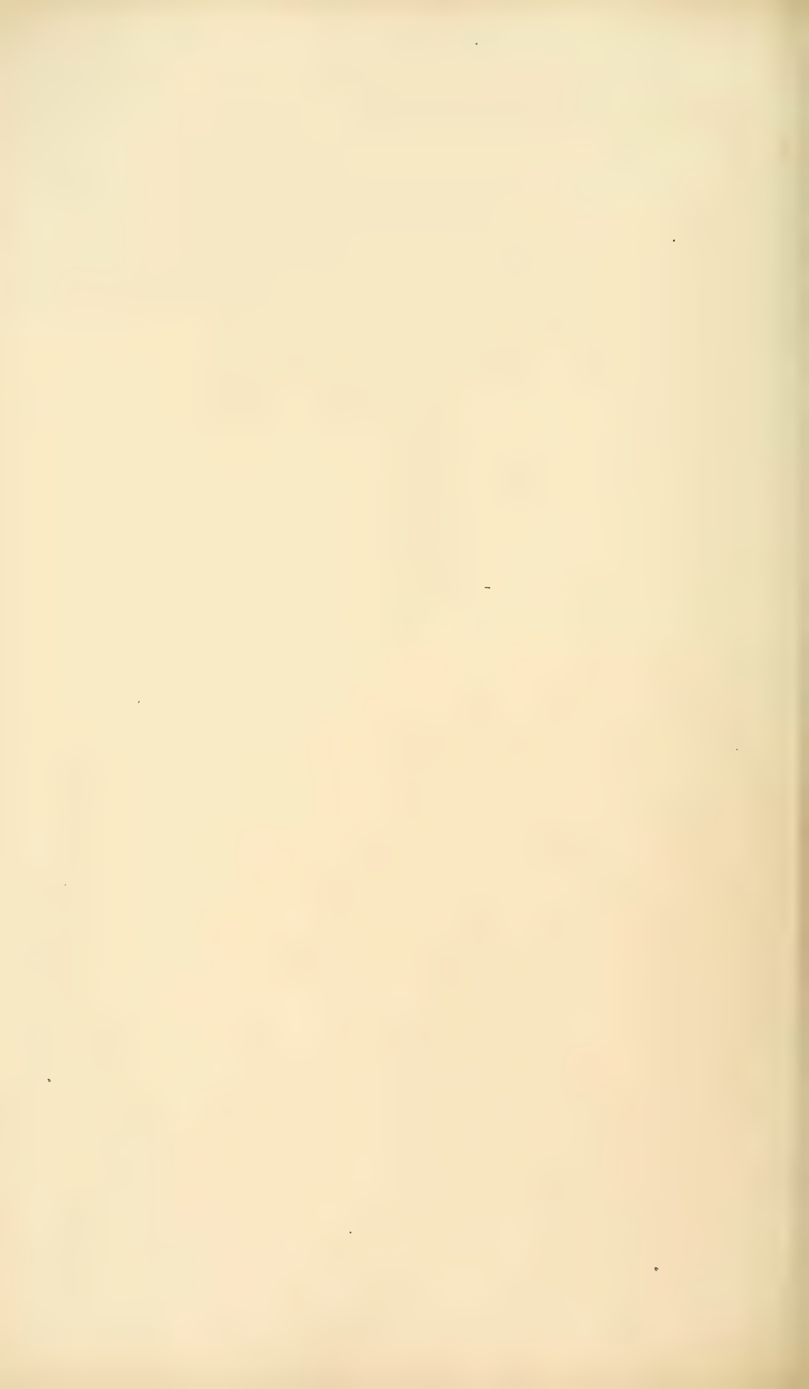
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig




1.
Z
L e
a k
k
gr.e.
a
i.K
p
gr.i.
g
l.i
5.
l e
b
St. k
a
2.
A
L
H
J
L. e.
St k.
F
a. k.
a
a
Gr e
i. k
4.
H
l. e.
k
k"
i. K.
3.
A
A
L
L
H.
H'
a.k.
Gr.e.
3 b

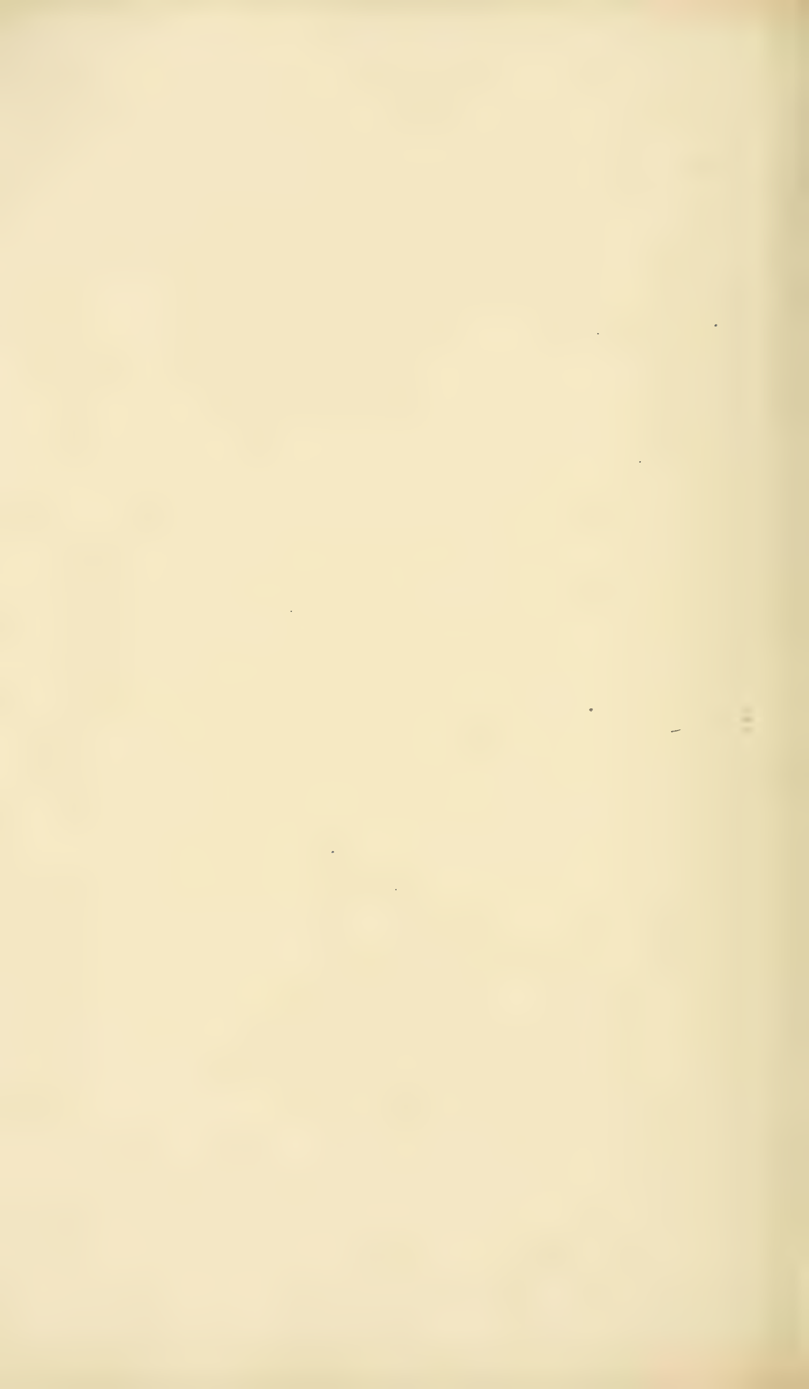


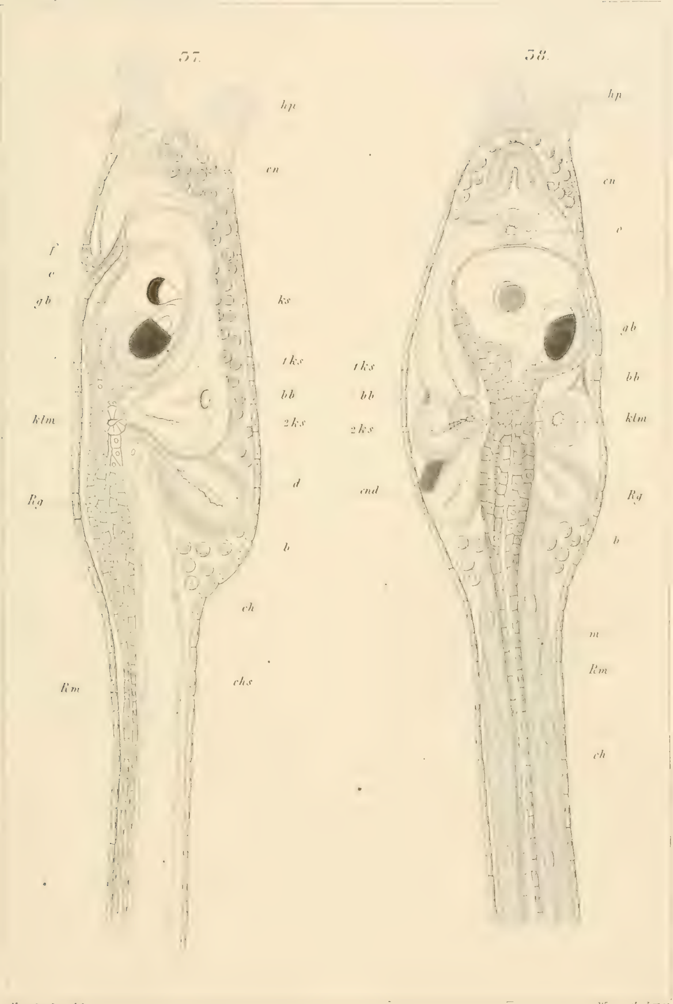
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12











Kowalevsky del. Wagenschieber sc.



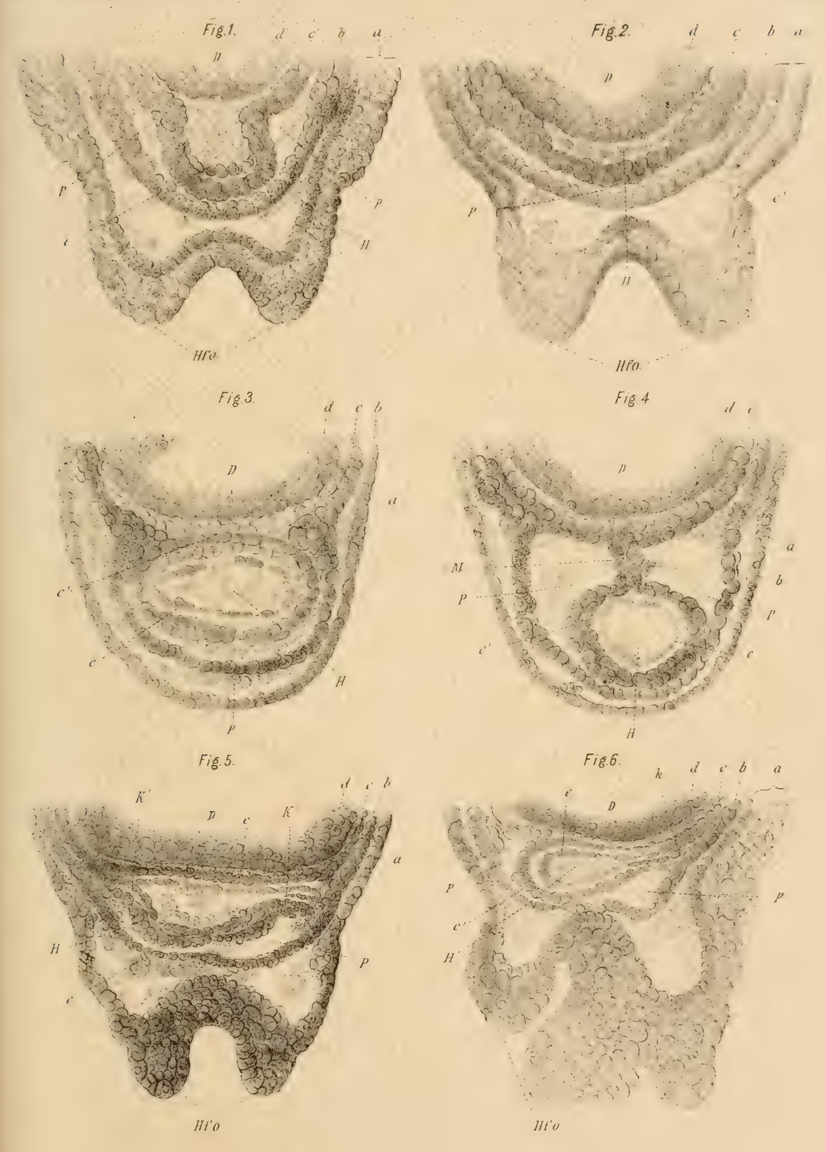


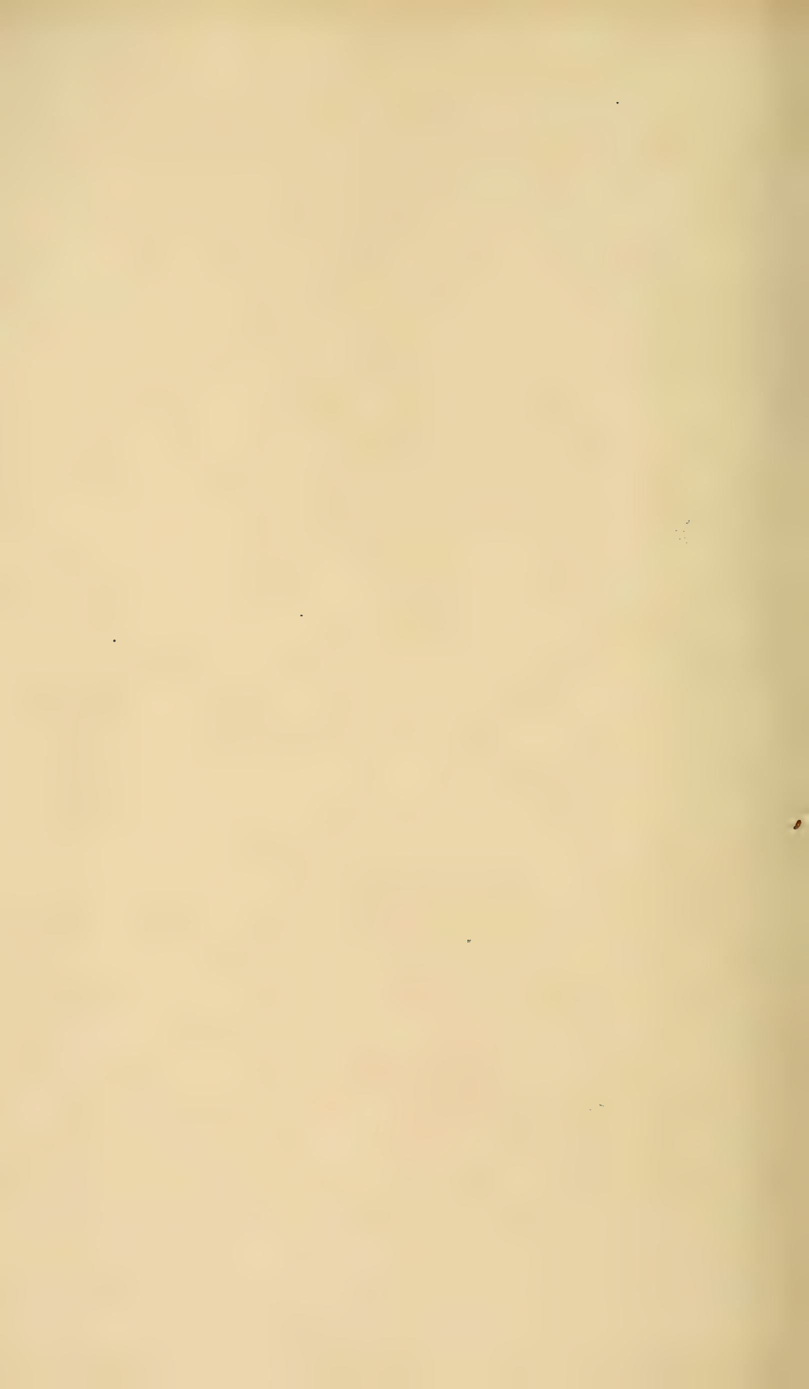
1
2
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
s
k
n
w

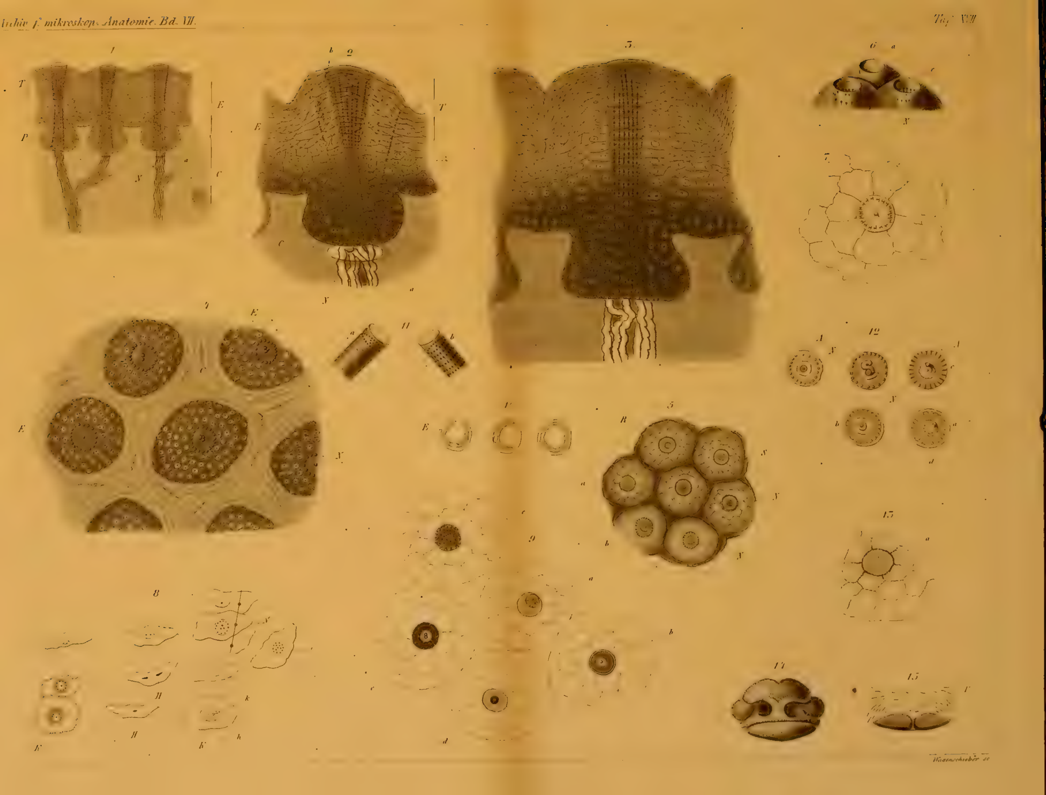


16. 18. 19. 15. 21. 22. 20. 20. 20. 17. 24. 23.




Fig. 1.
d c b a
D
P
P
H
Hfo
Fig. 2.
d c b a
D
P
c'
H
Hfo
Fig. 3.
d c b
D
a
c'
c
H
P
Fig. 4
d c
D
a
M
b
P
P
c'
c
H
Fig. 5.
d c b
K'
D
c
K
a
H
P
c
Hfo
Fig. 6.
k d c b a
e
D
P
P
c'
H'
Hfo





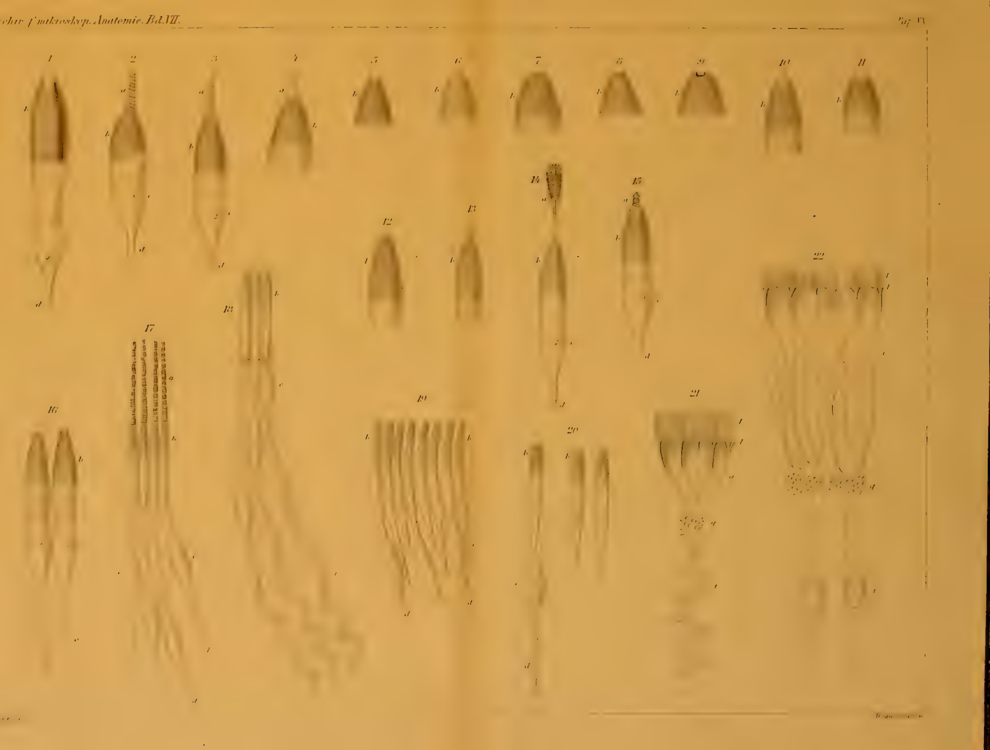




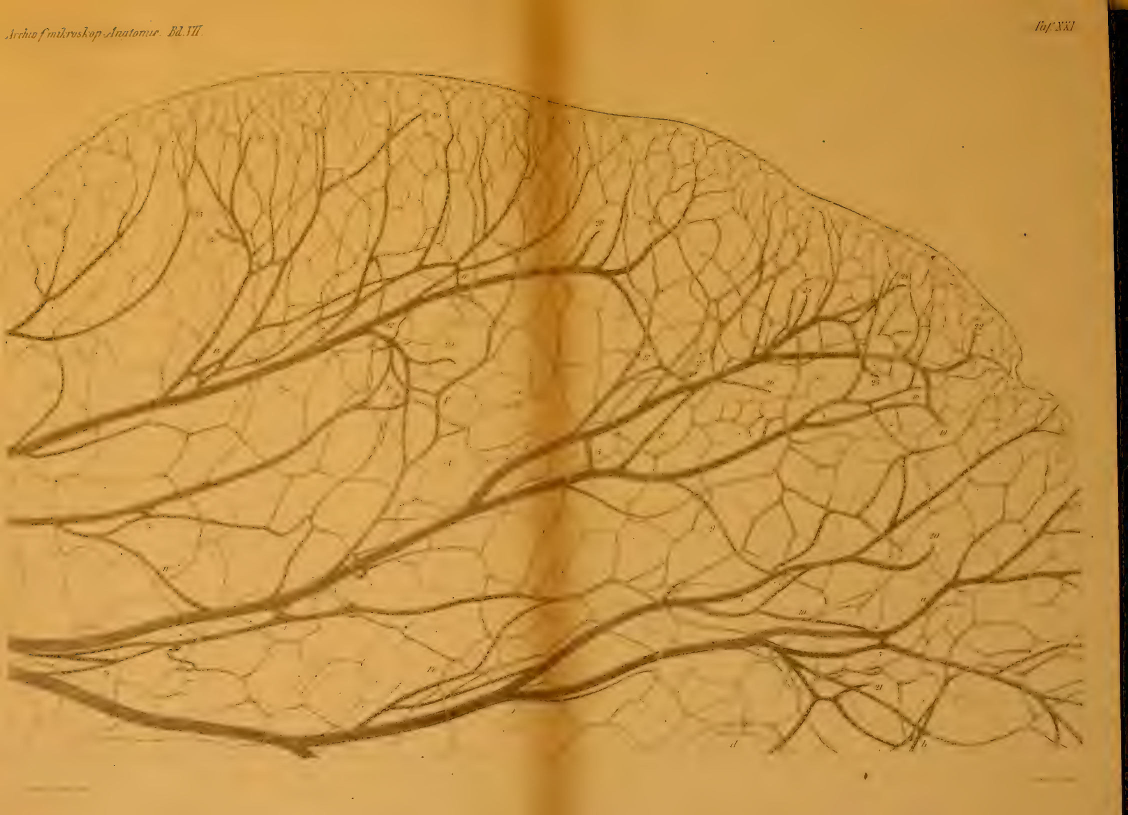



Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. VII.
Taf. XIV.

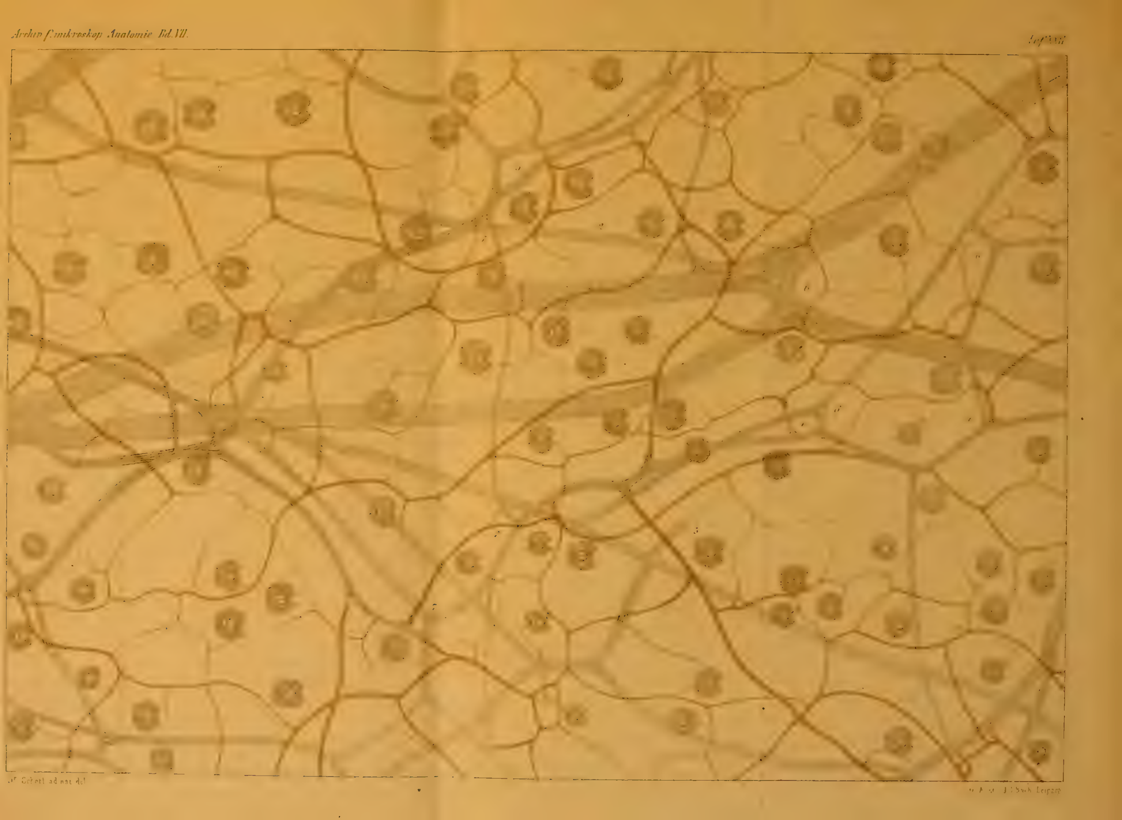



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22







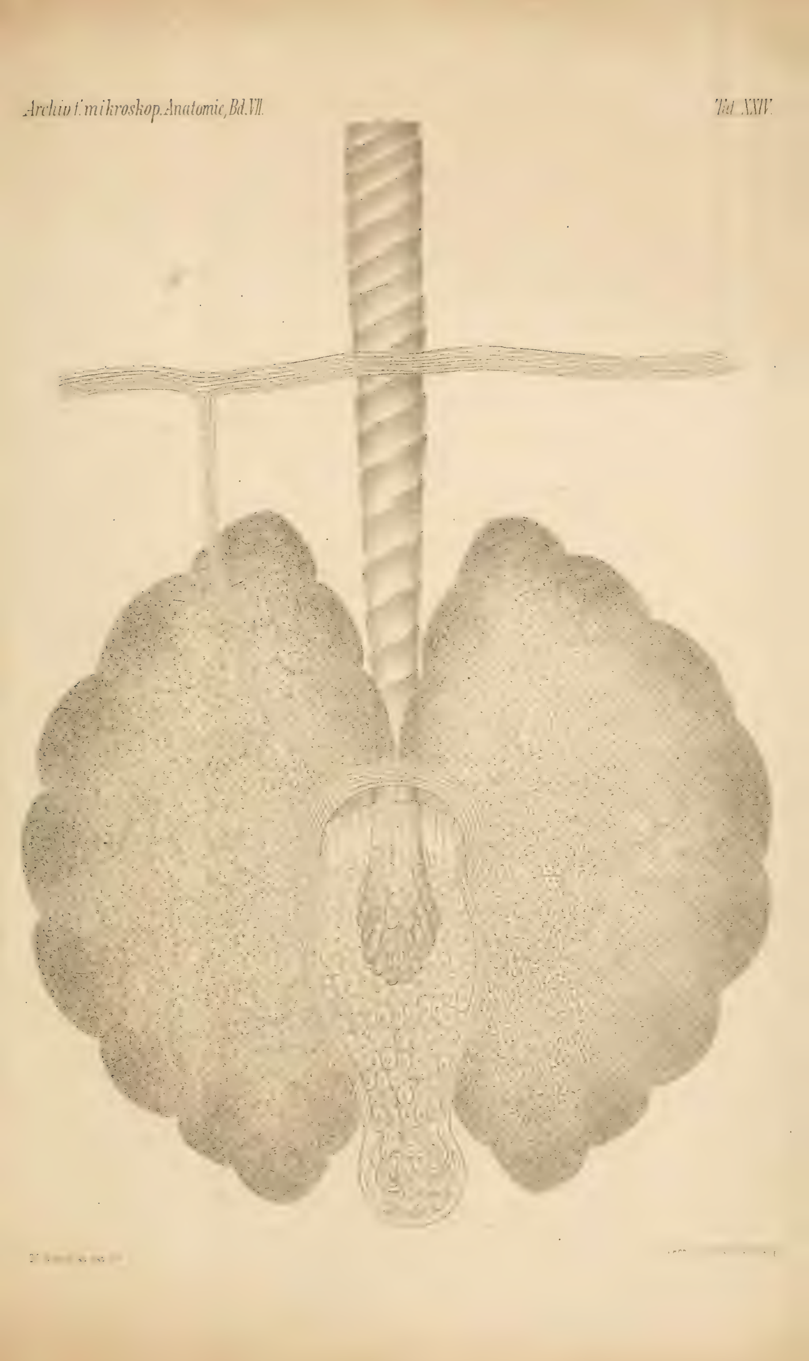




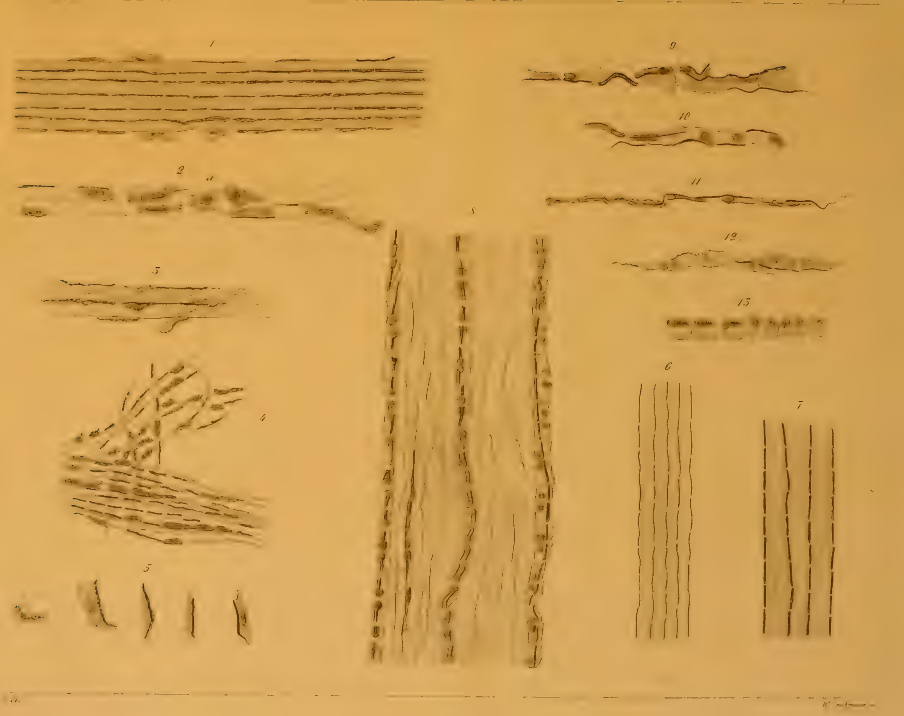


F. Schöbl ad nat. del.

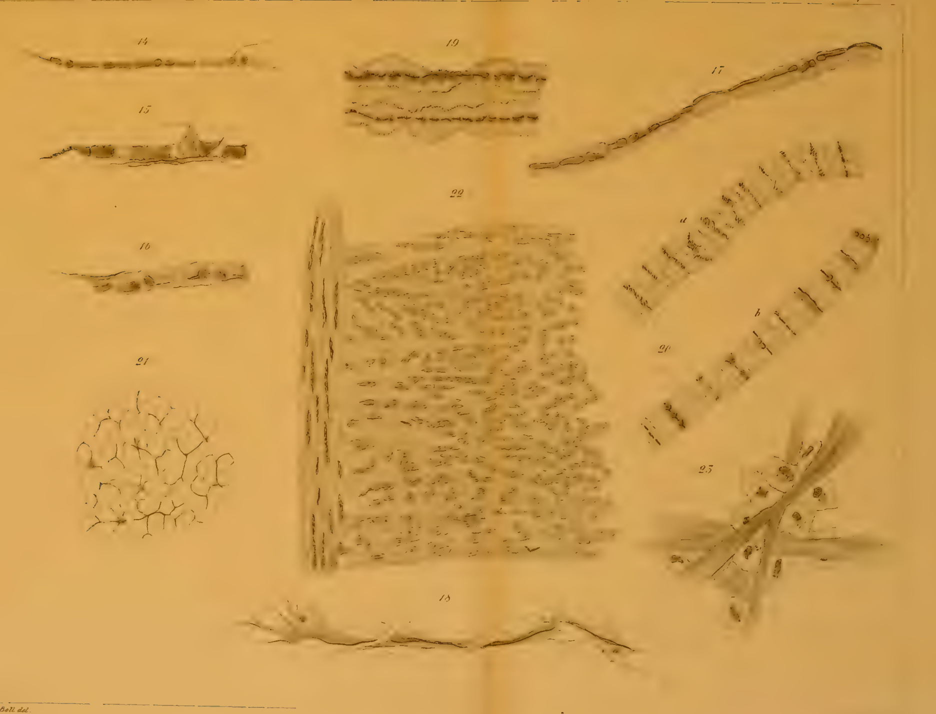



Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. VII.
Taf. XXIV.




1
2
a
3
4
5
8
9
10
11
12
13
6
7

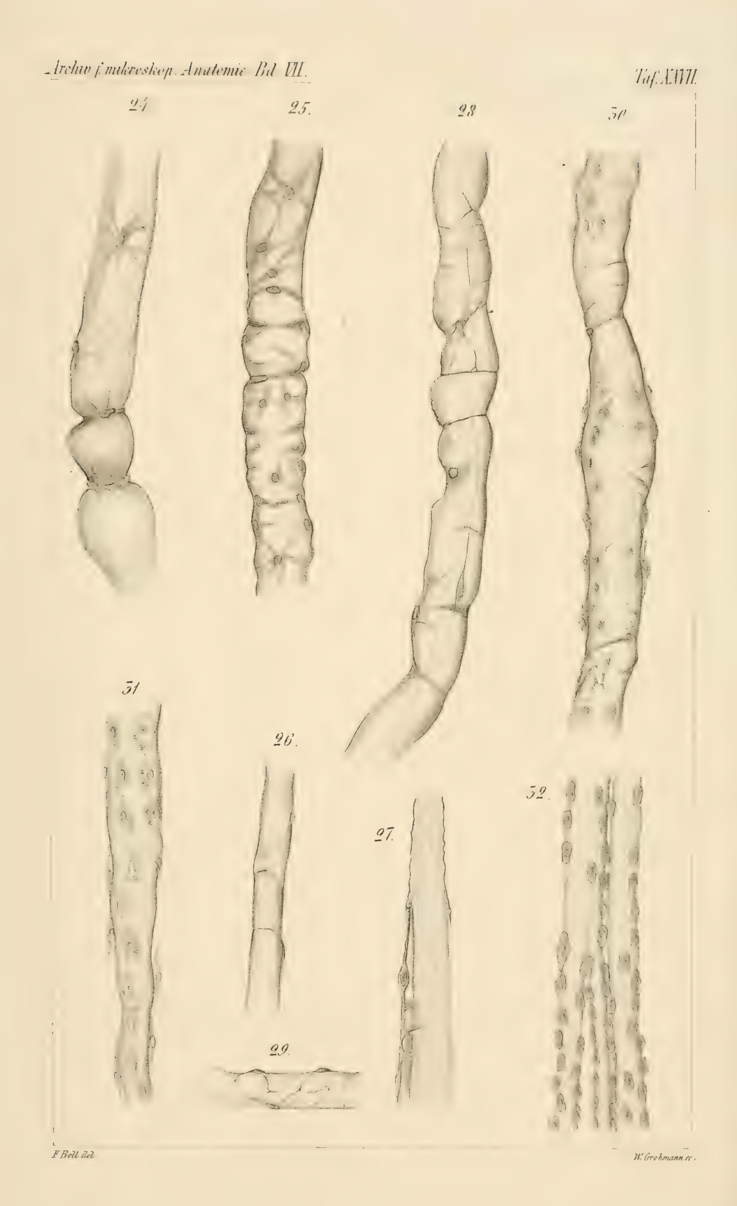




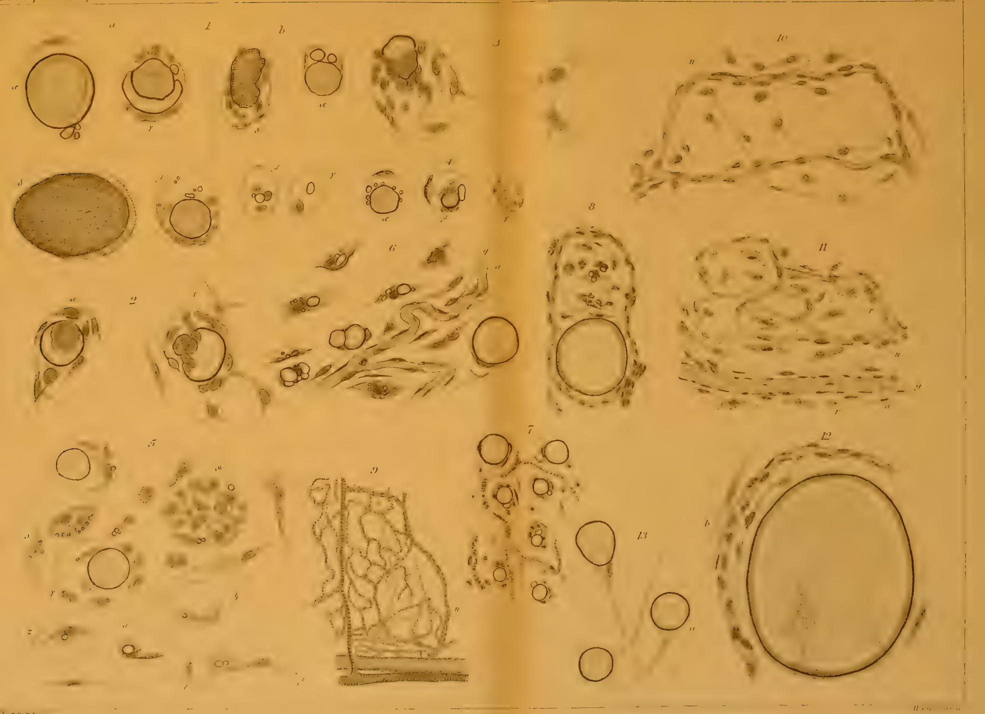
Boll del.

W. Grohmann sc.




24
25.
28
30
31
26.
27.
29.
32.
F. Bell del.
W. Grohmann sc.

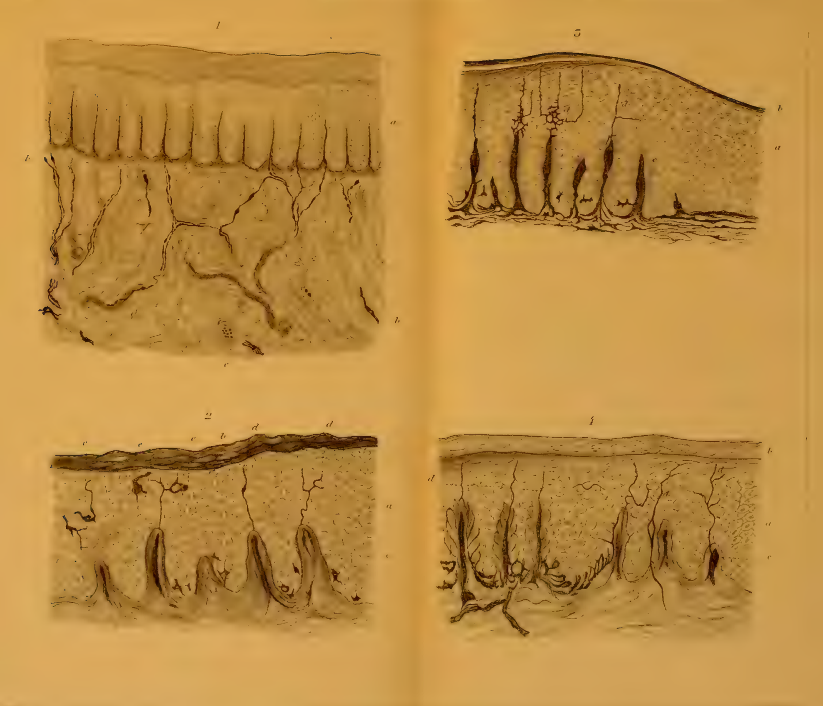











1
a
b
b
c
2
c
e
c
b
d
d
a
c
3
b
a
c
4
b
d
a
c









